ANNALEN

DER

PHYSIK.

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT

DR. D. PH. U. M., ORD. PROFESSOR D. PHYSIK ZU LEIPZIG, MITGLIED D. KÖN. GESS. D. WISS. ZU HARLEM U. ZU KOPENHAGEN, DER GES. NATURF. FREUNDE IN BERLIN, DER BATAV. GES. D. NATURK. ZU ROTTERDAM, D. JABLONOWSKY'SCHEN GES. ZU LEIPZIG, D. ÖKONOM. GESS. ZU LEIPZIG U. ZU POTSDAM, U. D. PHYS. GESS. ZU ERLANGEN, GRÖNINGEN, HALLE, JENA, MAINZ UND ROSTOCK, UND CORRESP. MITGLIED D. KAIS. AKAD. DER WISS. ZU PETERSBURG, DER KÖNIGL. AKADEMIEEN DER WISS. ZU AMSTERDAM, BERLIN U. ZU MÜNCHEN, UND DER KÖN. GES. D. WISS. ZU GÖTTINGEN.

SIEBEN UND FUNFZIGSTER BAND.

NEBST DREI KUPFERTAFELN.

LEIPZIG

BEI JOH. AMBROSIUS BARTH

1817.

ANNALEN

DER

PHYSIK.

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT

DR. D. PH. U. M., ORD. PROFESSOR D. PHYSIK ZU LEIPZIG, MITGLIED D. KÖN. GESS. D. WISS. ZU HARLEM U. ZU KOPENHAGEN, DER GES. NATURF. FREUNDE IN BERLIN, DER BATAV. GES. D. NATURK. ZU ROTTERDAM, D. JABLONOWSKY'SCHEN GES. ZU LEIPZIG, D. ÖKONOM. GESS. ZU LEIPZIG U. ZU POTSDAM, U. D. PHYS. GESS. ZU ERLANGEN, GRÖNINGEN, HALLE, JENA, MAINZ UND ROSTOCK, UND CORRESP. MITGLIED D. KAIS. AKAD. DER WISS. ZU PETERSBURG, DER KÖNIGL. AKADEMIEEN DER WISS. ZU AMSTERDAM, BERLIN U. ZU MÜNCHEN, UND DER KÖN. GES. D. WISS. ZU GÖTTINGEN.

SIEBEN UND FUNFZIGSTER BAND.

NEBST DREI KUPFERTAFELN.

LEIPZIG

BEI JOH. AMBROSIUS BARTH

1817.

ANNALEN

DER

PHYSIK,

NEUE FOLGE.

425-77

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT

DR. D. PH. U. M., ORD. PROFESSOR D. PHYSIK ZU LEIPZIG, MITGLIED D. KÖN. GESS. D. WISS. ZU HARLEM U. ZU KOPENHAGEN, DER GES. NATURF. FREUNDE IN BERLIN, DER BATAV. GES. D. NATURK. ZU ROTTERDAM, D. JABLONOWSKY'SCHEN GES. ZU LEIPZIG, D. ÖKONOM. GESS. ZU LEIPZIG U. ZU POTSDAM, U. D. PHYS. GESS. ZU ERLANGEN, GRÖNINGEN, HALLE, JENA, MAINZ UND ROSTOCK, UND CORRESP. MITGLIED D. KAIS. AKAD. DER WISS. ZU PETERSBURG, DER KÖNIGL. AKADEMIEEN DER WISS. ZU AMSTERDAM, BERLIN U. ZU MÜNCHEN, UND DER KÖN. GES. DER WISS. ZU GÖTTINGEN.

SIEBEN UND ZWANZIGSTER BAND.

NEBST DREI KUPFERTAFELN.

LEIPZIG

BEI JOH. AMBROSIUS BARTH

1817.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1817, NEUNTES STÜCK.

I.

Unterſuchungen über den Körper, welcher dem Blut die rothe Farbe giebt,

von

BRANDE, Secr. der Londn. Soc. u. Prof. der Chem. an. d. Roy. Inſt.

Frei und kurz zuſammengedrängt dargeſtellt von Gilbert *).

Enthält der färbende Körper des Blutes Eiſen?

Daſs Eiſen im Blute vorhanden ſey, lehrte zuerſt Menghini **), und daſs phosphorſaures Eiſen der

*) Nach den chemiſchen Unterſuchungen über das Blut und andere thieriſche Flüſſigkeiten, welche Herr Brande der Geſellſchaft zur Beförderung der thieriſchen Chemie vorgelegt, und dieſe im November 1812 der Königl. Geſ. der Wiſſ. in London (mit der ſie verbunden iſt, und in deren Schriften

Körper ſey, der das Blut roth färbe, war die Lehre Fourcroy's und Vauquelin's *). An ihr machte Hrn. Brande die geringe Wirkung der Galläpfeltinktur auf Auflöſungen des färbenden Beſtandtheils des Blutes zweifeln, da dieſes vortreffliche Reagens auf Eiſen jene Auflöſungen auch unter den vortheilhafteſten Umſtänden nur ſehr wenig entfärbt.

Um ſich zu überzeugen, ob denn wirklich Eiſen in dem rothen Farbeſtoff des Bluts enthalten ſey, fing er in zwei Gefäſsen, in jedem 1 Pinte Blut auf, und lieſs die eine in Ruhe gerinnen, die andere aber ½ Stunde lang mit einem Holze umrühren, um den gröſsten Theil des Farbeſtoffs in dem Blutwaſſer zu zertheilen. Beide Blutmengen trocknete er dann im Marienbade ein, glühte jede in einem Platintiegel, bis ſie verkohlt waren, und verbrannte die Kohlen zu Aſche. Er lieſs über dieſe Aſche Königswaſſer digeriren, ſättigte die Auflöſungen mit Ammoniak, um den baſiſchen phosphorſauren Kalk und das Eiſenoxyd nieder zu ſchlagen, trocknete die Niederſchläge, und übergoſs ſie mit verdünnter Eſſigſäure. Die Niederſchläge wurden in dieſer

auf dieſes Jahr ſie gedruckt ſind) mitgetheilt hat. Hr. Brande hatte dieſe Unterſuchungen ausdrücklich in der Abſicht angefangen, die Natur des Körpers genauer zu ergründen, von welchem die rothe Farbe des Bluts herrührt. *Gilb.*

**) *Vinc. Menghinus de ferrearum particularum progreſſu in ſanguinem* in den *Comm. Acad. Bonon.* t. 2. p. 415.

*) *Fourcroy ſyſt. des connaiſſ. chim.* t. 9. p. 152.

Säure faſt ganz aufgelöſt, bis auf unbedeutende Spuren eines Rückſtandes, die in beiden in gleich geringer und kaum zu bemerkender Menge vorhanden waren. Nun aber läſst ſich mit Recht annehmen, daſs, wenn der färbende Beſtandtheil des Bluts Eiſen in irgend einem Zuſtande der Verbindung wäre, das erſte Coagulum mehr rothes Eiſenoxyd als das zweite hätte zurücklaſſen müſſen. Dieſer Verſuch, den Hr. Brande ſehr oft wiederholt hat, beweiſt aber, daſs dem nicht ſo iſt; und dieſen Beweis verſtärkt, ihm zu Folge, noch der folgende Verſuch:

Durch Umrühren von 1 Pinte friſchen Bluts wurde der färbende Körper in dem Blutwaſſer zertheilt; als er ſich aus dieſem allmählig wieder abgeſetzt hatte, wurde das Geronnene nach 24 Stunden herausgenommen, das klare Blutwaſſer abgegoſſen, und der Rückſtand bis zur Trockene abgedampft und dann zu Aſche verbrannt. Die Aſche wie zuvor unterſucht, ließ auch jetzt keine bedeutendere Spuren von Eiſenoxyd, als in den vorigen Verſuchen zurück, obgleich eine anſehnliche Menge des färbenden Körpers genommen worden war.

Darſtellung und Eigenſchaften des rothen Farbeſtoffs des Bluts.

Um den färbenden Körper des Bluts zu erhalten, hat ſich Hr. Brande mehrentheils des folgenden Verfahrens bedient. Er ließ Venenblut, während es gerann, mit einem Holze umrühren; der Faſerſtoff ſcheidet ſich dabei ab, und der färbende Körper wird in dem Blutwaſſer fein zertheilt, ſetzt ſich

nachher aber in der Ruhe allmählig zu Boden, indem er in dem Blutwaſſer nur wenig auflöslich iſt. Gieſst man dann die darüber ſtehende Flüſſigkeit ab, ſo bleibt der Färbeſtoff des Bluts in einem ſehr concentrirten Zuſtande zurück. Das wenige Blutwaſſer, welches ihm noch beigemengt iſt, verändert die Einwirkung der verſchiedenen Reagentien auf ihn nur ſehr wenig, daher Herr Brande ſich deſſelben zu ſeinen Verſuchen unbedenklich bedienen zu dürfen geglaubt hat.

Unter dem Mikroſkope zeigt ſich der ſo erhaltene färbende Körper als aus kleinen Kugeln beſtehend, welche Löwenhoeck zuerſt wahrgenommen hat. Man giebt gewöhnlich dieſe Kügelchen für auflöslich in Waſſer an, dieſes iſt aber völlig unrichtig, wie die Verſuche beweiſen, welche der Dr. Young bekannt zu machen im Begriff war, und die zu benutzen, er Herrn Brande erlaubt hatte. Nach dieſen Verſuchen löſt das Waſſer blos den färbenden Beſtandtheil auf; die Kügelchen ſelbſt aber beſtehen fortdauernd, und ſchwimmen, Dr. Young zu Folge, an der Oberfläche des Waſſers.

Dieſe wäſſerige Auflöſung des färbenden Körpers des Bluts iſt von ſchwach rother Farbe und fault ſehr ſchwer. Erhitzt man ſie, ſo bleibt ſie in Temperaturen unter 190 bis 200° F. unverändert; in höhern Temperaturen aber trübt ſie ſich und ſetzt einen blaſsbraunen Bodenſatz ab, von dem das Waſſer beim Filtriren farbenlos abläuft. Die Hit-

ze zerstört also nicht blos die rothe Farbe, sondern macht sie auch im Wasser unauflöslich.

Die wässerige Auflösung des Farbestoffs des Bluts trübt sich gleichfalls wenn man *Alkohol* oder *Schwefel-Aether* hinzu giefst, und filtrirt man dann, so läuft auch in diesen Fällen die Flüssigkeit farbenlos und durchsichtig ab. Was dabei auf dem Filtro zurückbleibt, ist in Wasser, in Alkohol und in Schwefel-Aether unauflöslich, färbt aber verdünnte Schwefelsäure oder Salzsäure, die man darüber digerirt, bräunlich. Herr Brande hält den Antheil, der sich in diesen Säuren auflöste, für eine durch die Hitze bewirkte Modification des färbenden Körpers. Der in ihnen unauflösliche Rückstand hatte die Eigenschaften des Eyweifsstoffs *).

*) Herr Brande erhielt, während er sich mit diesen Versuchen beschäftigte, von dem Chirurgus am General-Hospital von Northampton, Herrn Monney, Blut zugeschickt, welches von einer mit einem *Prolapsus uteri* behafteten Weibsperson durch Menstruiren abgegangen war, und also völlig unvermengt mit andern Secretionen war. Es hatte alle Eigenschaften einer concentrirten Auflösung des Farbestoffs des Bluts in verdünntem Blutwasser, und besafs in hohem Grade die Eigenschaft aller künstlichen Auflösungen dieses Farbestoffs, beim Durchsehen grün erscheinen. Es liefsen sich darin durch die gewöhnlichen zerlegenden Mittel keine Spuren von Eisen entdecken, obgleich es, wie Herr Brande meint, gleich den andern von ihm untersuchten thierischen Flüssigkeiten eine sehr kleine Menge dieses Metalls enthalten haben müsse; die grofse Menge von Farbestoff in dieser Secretion habe

Einwirkung der Säuren und der Alkalien auf den das Blut roth färbenden Körper.

Salzsäure über den färbenden Körper des Bluts gegossen, macht einen Theil desselben beinahe unauflöslich und hellbraun, und löst einen andern Antheil auf *); die Auflösung durch zurückgeworfenes Licht gesehen, erscheint dunkel-karmoisinroth, durch hindurchgegangenes Licht gesehen, grün. Sie bleibt durchsichtig und unverändert, wenn man sie auch noch so lange am Lichte stehen läßt, in offenen Gefäßen sowohl als in verschlossenen. Auch in der Siedehitze des Wassers ist die Farbe beständig.

Galläpfeltinktur bringt keine Veränderung in dieser Auflösung in Salzsäure hervor, und kohlensaure Alkalien, selbst in grosem Ueberschuss genommen, verändern ihre Farbe nicht. Dagegen wird sie rothbraun, wenn man sie mit ätzendem Kali übersättigt; doch nicht mit Natron und besonders nicht mit Ammoniak, welches letztere den Ton der

also die Menge des Eisens nicht vermehrt. Kügelchen konnte Herr Brande in dieser Secretion nicht entdecken, in welcher ein geringer Grad von Fäulniss (doch zu gering, um Blutkügelchen zerstören zu können) eingetreten war.

*) Gleiche Theile Salzsäure und Wasser, die Herr Brande über das in Stücken geschnittene Blut-Coagulum 3 bis 4 Stunden lang bei 150° bis 200° F. Wärme digeriren liess, gaben eine ganz gleiche Auflösung; sie behielt bis zur Trockene abgeraucht ihre anfängliche Farbe und liess im Gefässe eine dunkelrothe Haut zurück, der Salzsäure, in welcher sie aufgelöst wurde, die vorige Farbe wieder gab.

Farbe vielmehr erhöht. Durch Verdünnen mit vielem Waſſer verändert ſich die Farbe und wird beim Durchſehen ſtärker grün.

Schwefelſäure mit 8 bis 10 Theilen Waſſer verdünnt, iſt ein vortreffliches Auflöſungsmittel für den färbenden Beſtandtheil des Bluts; minder verdünnt, verändert ſie leicht die glänzende Farbe der Auflöſung, und noch mehr verdünnt, wirkt ſie zu langſam und ungewiſs. Es iſt gleichgültig, ob man zu dieſer Auflöſung den färbenden Körper der aus dem Blutwaſſer ſich abgeſetzt hat, oder Blutkuchen nimmt. Die verdünnte Schwefelſäure verwandelt die Farbe des färbenden Körpers in ſchönen Purpur, und iſt keine Wärme angewendet worden, ſo iſt die Flüſſigkeit, welche man abgieſst oder abfiltrirt, farbenlos; die verdünnte Schwefelſäure löſt alſo den färbenden Körper nicht im Kalten auf.

Als Herr Brande in Stücke geſchnittenen Blutkuchen mit 3 Mal ſo viel verdünnter Schwefelſäure in einen Kolben that, dieſen 12 Stunden lang in einem Sandbade in einer Wärme erhielt, die nie mehr als 200° und nie weniger als 100° F. betrug, und nach 24 Stunden filtrirte, hatte nun die Säure eine ſchöne, glänzende, nicht ſehr intenſive Lila-Farbe, und zeigte ſich beim Hindurchſehen grün. Dieſe Auflöſung iſt ungefähr eben ſo durchſichtig, als die in Salzſäure. Etwas davon, das einen Monat lang in einem offenen Gefäſse und häufig in den Sonnenſtrahlen ſtand, veränderte ſeine Farbe nur ſehr wenig. Wird die Auflöſung mit 2 bis 3 Thei-

len Waſſer verdünnt, ſo verſchwindet die Lila-Farbe und die Flüſſigkeit iſt blos von glänzendem Grün. In der Wärme verändert ſich der Farben-Ton der Auflöſung in dem Maaſse, als die Säure durch Verdampfung concentrirter wird; und wenn die Flüſſigkeit ungefähr bis auf die Hälfte ihres Raums zurück gebracht iſt, ſo iſt die Lila-Farbe zerſtört. Kleine Mengen von Auflöſungen reiner oder kohlenſaurer Alkalien verändern die Farbe der ſchwefelſauren Auflöſung nicht; in Uebermaaſs genommen machen ſie ſie rothbraun.

Salpeterſäure zerſtört gänzlich die färbende Materie des Bluts, ſelbſt wenn man ſie ſehr verdünnt nimmt; einige Tropfen Salpeterſäure reichen hin, die ſalzſaure und die ſchwefelſaure Auflöſung des färbenden Körpers allmählig in Braun zu verwandeln; eine gröſsere Menge bewerkſtelligt dieſes ſogleich. Und auch unter andern Umſtänden wirkt die Salpeterſäure auf ähnliche Weiſe und ſtrebt immer den färbenden Körper zu zerſetzen, ſo daſs ſich keine rothe Auflöſung deſſelben in ihr hervorbringen läſst.

Eſſigſäure löſt eine groſse Menge des färbenden Körpers auf, und die Auflöſung wird dunkelkirſchroth. Verdünnt man ſie, oder füllt man ſie in $\frac{3}{4}$ Zoll weite Röhren, ſo erſcheint ſie beim Hindurchſehen vollkommen grün. In den andern Beziehungen verhält ſie ſich ungefähr auf dieſelbe Art, als die ſalzſaure Auflöſung.

Sauerkleeſäure bildet mit dem färbenden Kör-

per des Bluts eine Auflöſung, die glänzender roth als die Auflöſung in Eſſigſäure iſt. Die Auflöſung in *Weinſteinſäure* zieht ſich manchmal ins Scharlachroth. Auch alle dieſe Auflöſungen erſcheinen beim Durchſehen grün.

Mit den *ätzenden* und den [baſiſchen] *kohlenſauren Alkalien* giebt der färbende Körper des Blutes dunkelrothe Auflöſungen von einer ſehr dauernden Farbe. In *Kali* löſt er ſich in ſehr groſser Menge auf; die concentrirte Auflöſung iſt ſo ſtark gefärbt, daſs ſie undurchſichtig zu ſeyn ſcheint; in kleinen Maſſen, oder beim Verdünnen mit Waſſer zeigt ſich, daſs ſie glänzend roth iſt. — Die Auflöſung in *Natron* iſt mehr carmoiſin, und dieſe Farbe hat in der concentrirten Auflöſung ausnehmenden Glanz. — Die Auflöſungen in *Ammoniak* kommen dem Scharlach näher, als die in fixen Alkalien. — Dieſe Auflöſungen in den Alkalien laſſen ſich faſt bis zur Trockne concentriren, ohne daſs ſie ihre rothe Farbe verlieren. Beim Abdampfen der Auflöſung in Ammoniak entweicht das Alkali, und es bleibt eine röthlich braune Auflöſung des färbenden Körpers in Waſſer zurück. — Beim Ueberſättigen mit Salzſäure oder mit verdünnter Schwefelſäure nehmen dieſe Auflöſungen faſt dieſelben Farben an, welche die Auflöſungen des färbenden Körpers in dieſen Säuren haben. Salpeterſäure erhöht die Farben der Auflöſungen in allen Alkalien, bis ſie in Uebermaaſs zugeſetzt iſt; dann wird die Farbe bei

wenig Uebermaafs orange, bei mehr ſchnell glänzend gelb.

Färbungs-Verſuche.

Folgende Verſuche zeigen, in wie weit der färbende Beſtandtheil des Bluts ein den andern Färbeſtoffen ähnliches Verhalten hat, und fähig iſt mit Zeugen und andern Körpern ähnliche Verbindungen als ſie einzugehen.

1. Die *Thonerde* ſcheint mit dem färbenden Beſtandtheile des Bluts keine dauernden Verbindungen zugeben; dieſes beweiſen Herrn Brande's Verſuche mit Alaun, deren Detail ich hier übergehe.

2. Als er in 4 Unzen einer Auflöſung des färbenden Beſtandtheils des Bluts 50 Gran kryſtalliſirtes *ſalzſaures Zinn* (durch Kochen von Salzſäure über Zinnſpäne, und Abrauchen der Flüſſigkeit gebildet), auflöſte, wurde die Auflöſung auf der Stelle purpurfarben und darauf braun. Nachdem ſie mit dem doppelten ihres Raums an Waſſer verdünnt, 3 Tage lang in einem verſchloſſenen Gefäſse geſtanden hatte, zeigte ſich am Boden derſelben ein glänzend rothes Pulver in geringer Menge, welches aus dem Farbeſtoff und Zinnoxyd beſtand. Beim Stehen unter Waſſer mehrere Wochen lang, änderte ſich die Farbe dieſes Pulvers nicht; beim Trocknen an der Luft verlor es aber den glänzenden Ton und wurde dunkelroth. Durch Kali zerſetzt, gab es

einen Niederschlag, der nach dem Trocknen in einer heifsen Stube ebenfalls dunkelroth war, und sich an der Luft und dem Lichte in 3 Wochen nicht veränderte. Da *Weinsteinsalz* die rothe Farbe des Bluts erhöht, so versuchte Herr Brande eine dreifache Verbindung aus diesem Salze, dem Farbestoff und dem Zinnoxyde hervorzubringen, um einigermafsen das Verfahren beim Scharlachfärben mit Cochenille nachzuahmen. Dieses glückte zwar, und die entstandene Verbindung war glänzend roth, beim Austrocknen in mäfsiger Temperatur wurde aber ihre Farbe der der vorigen Verbindungen gleich. Auf so viele Arten Herr Brande auch sonst noch das Verfahren abänderte, indem er z. B das salzsaure Zinn als Beitzmittel an die Wolle, Leinwand etc. brachte, so erhielt er nie eine glänzende Farbe, die dauerte.

3. Galläpfel-Tinktur oder eine Abkochung von Eichenrinde verändern die Farbe des Bluts nicht; Hr. Brande versuchte daher, sich ihrer als Beitzmittel zum Festmachen der Farbe zu bedienen, wozu sie in der Färberei häufig gebraucht werden. Ein Stück Leinwand, dafs er erst in einen Aufgufs von Eichenlohe und dann in eine Auflösung des Farbestoffs des Bluts in Wasser brachte, war nach dem Trocknen dunkelroth, ungefähr so, wie die Leinwand ohne Beitzmittel wird. Eine Auflösung des Farbestoffs in einem Alkali gab ihr ein dem mit Krapp gefärbten ähnliches Roth, welches dauernd zu seyn schien.

4. *Bleizucker* einer Auflösung des Farbestoffs des

Bluts zugesetzt, machte sie glänzend roth; die Verbindung verändert sich nicht von selbst; ein Alkali giebt darin einen weissen Niederschlag und stellt darin die vorige Farbe der Auflösung wieder her. Herr Brande hat noch auf andere Arten versucht, den Farbestoff des Bluts mit Bleioxyd zu verbinden, beide scheinen aber keine Verwandtschaft zu einander zu haben.

5. Einige *Queckfilber-Auflösungen*, insbesondere salpetersaures Queckfilber und ätzender Sublimat sind die besten Beitzmittel für den Farbestoff des Bluts, welche Herr Brande aufgefunden hat. Von dem in der Wärme bereiteten, und also rothes Oxyd enthaltenden *salpetersauren Queckfilber* löste er 10 Gran auf in 2 Unzen einer Auflösung des Farbestoffs des Bluts; nach einigen Stunden setzte sich ein dunkelrother Bodensatz ab, der aus einer Verbindung des Oxyds mit dem Farbestoffe und etwas wenig geronnenem Eiweifsstoff bestand, und die Flüssigkeit wurde fast ganz farbenlos. Mit salpetersaurem, in der Kälte bereitetem Queckfilber, das also schwarzes Oxyd enthält, erhält man einen Niederschlag von noch glänzenderm Roth. Giefs man *ätzenden Sublimat* in eine Auflösung des Farbestoffs des Bluts, so wird ihre Farbe augenblicklich heller, und sie trübt sich durch Eiweifsstoff, der gerinnt. Filtrirt man nun sogleich, so setzt sich in die filtrirte Flüssigkeit allmählig ein dunkelrother oder purpurfarbner unauflöslicher Bodensatz ab, und filtrirt man dann aufs Neue, so läuft die Flüs-

ſigkeit farbenlos ab; aller Farbenſtoff iſt alſo in die Verbindung eingegangen, welche auf dem Filtro bleibt. — Wird weiſses Tuch mit einer Auflöſung von ſalpeterſaurem Queckſilber oder ätzendem Sublimat geſchwängert, und dann durch eine Auflöſung des Farbenſtoffs des Bluts gezogen, ſo nimmt es ein dauerndes Roth an, welches das Waſchen mit Seife verträgt, ohne dadurch verändert zu werden. In einer Auflöſung des Farbeſtoffs in Ammoniak läſst ſich auf dieſelbe Art Leinwand und Baumwollenzeug bleibend roth färben. Der Farbeſtoff läſst ſich in dieſen Verſuchen vollkommen abſcheiden, und die Flüſſigkeit bleibt farbenlos zurück.

Bemerkungen und Folgerungen.

Die Menge des Eiſens, welche beim Einäſchern verſchiedener Arten von thieriſchen Kohlen zurück bleibt, iſt ſehr viel geringer, als man nach den gewöhnlichen Lehren erwarten ſollte; und die hier zuerſt mitgetheilten Verſuche beweiſen, daſs es in dem Körper, welcher das Blut roth färbt, in keiner gröſsern Menge, als in den übrigen unmittelbaren Beſtandtheilen des thieriſchen Körpers, welche darauf unterſucht worden, vorhanden iſt. Eben ſolche Spuren davon als im Blute, finden ſich in dem Chylus, der weiſs iſt, in dem Blutwaſſer, und in dem Blutkuchen nachdem er gewaſchen worden, das heiſst in dem reinen Faſerſtoff.

Die Reſultate der übrigen hier mitgetheilten Verſuche, ſind ganz der Meinung entſprechend,

welche der Dr. Wells über *die besondere Natur* des Körpers, der das Blut roth färbt, der Gesellschaft mitgetheilt hat *), und werden durch die von Dr. Wells angeführten Thatsachen unterstützt, wie sie umgekehrt dienen, diese zu unterstützen. Durch dieses sein chemisches Verhalten zeigt selbst der Farbestoff des Bluts offenbar, dass er gar kein Eisen enthält. Vermuthlich aber wird er in der Färberei eingeführt werden, da sich mit ihm Farben erhalten lassen, welche weder leicht von Säuren (die Salpetersäure ausgenommen) noch von Alkalien verändert werden; und ganz besonders scheint die Schnelligkeit, mit der diese Farben sich von Zeugen, die kein Beitzmittel enthalten, wieder fortschaffen lassen, ihn zur Druckerei der baumwollenen Zeuge geschickt zu machen. Ein Gegenstand von Wichtigkeit, der weiter verfolgt zu werden verdient, aber ausser dem Zweck dieser Abhandlung liegt. Sehr merkwürdig sey es in dieser Hinsicht, dass die armenischen Färber dem Krapp Blut beimengen, um den Zeugen das feinste und dauerndste Roth zu geben **), und dass sich dieser Zusatz selbst als unentbehrlich ergeben hat, um der Farbe Dauer (*solidity*) zu ertheilen ***). Zugleich sey diese Thatsache ein guter Beweis, dass kein Eisen

*) Philosoph. Transact. of the roy. Soc. of Lond. for 1797.

**) Tooke's russian empire t. 3. p. 497.

***) Aikin's Dictionary, art. *Teinture* Philos. magaz. t. 18.

in dem Farbeſtoffe des Bluts vorhanden iſt, da Eiſenoxyde das Roth des Krapps in Grau und ſchwarz verwandeln.

Auch für die Phyſiologie laſſen ſich einige nicht unwichtige Folgerungen aus dieſen Verſuchen ziehen. Sie machen es begreiflich, wie es möglich iſt, daſs nach ſtarken Aderläſſen das Blut ſich ſo ſchnell wieder in ſeinen vollkommenen Zuſtand herſtellt, welches unerklärlich ſeyn würde, wenn Eiſen der färbende Körper des Blutes wäre. Auch über einige Erſcheinungen beim Athmen verbreiten ſie mehr Licht, indem ohne Zweifel die Bildung des Farbeſtoffs des Bluts mit dem Entziehen eines Antheils Waſſerſtoff und Kohlenſtoff zuſammenhängt; und wahrſcheinlich die Verſchiedenheit in der Farbe des Bluts von Modificationen der thieriſchen Materie, und nicht, wie einige meinten, von den verſchiedenen Zuſtänden der Oxydirung des Eiſens, welches das Blut enthalten ſollte, herrühren.

II.

Ueber

den färbenden Beſtandtheil in dem Blute der Thiere,

von

VAUQUELIN.

Frei bearbeitet von Gilbert *).

Lemery ſcheint der erſte geweſen zu ſeyn, der die Gegenwart von Eiſen in dem Blute durch Verſuche dargethan hat; und Menghini ſuchte darauf die Beziehung zu beſtimmen, worin dieſes Metall mit dem Blute ſteht. Seit dieſer Zeit haben die mehrſten Aerzte und Chemiker die rothe Farbe des Bluts dem Eiſen zugeſchrieben, und da dieſes Metall für ſich nicht in den thieriſchen Flüſſigkeiten auflöslich iſt, ſo ſuchten die Chemiker in dem Blute nach einem Körper, der es darin auflöslich mache. Einige (Deyeux und Parmentier) glaubten dieſen in dem Natron zu entdecken, welches in der That in geringer Menge in dem Blute vorhanden iſt; andere hingegen (Sage, Gren, Fourcroy und Vauquelin) ſahen als ſolchen die Phosphorſäure an, weil man beim Eintrocknen

*) Nach den *Ann. de Chim. et de Phyſ.* Janv. 1816.

und Verbrennen des Bluts in der Aſche baſiſches phosphorſaures Eiſen findet.

Jede dieſer beiden Meinungen war indeſs noch vielen Einwendungen ausgeſetzt, wie es die Urheber derſelben ſich nicht verhehlt haben. Man hat daher über dieſen intereſſanten Gegenſtand aufs neue Unterſuchungen angeſtellt; und Herrn Brande in England gebührt die Ehre, der Erſte geweſen zu ſeyn, der durch direkte Verſuche dargethan hat, daſs die Farbe des Bluts von einer beſondern thieriſchen Materie, und nicht von Eiſen herrührt, wie man bis dahin geglaubt hatte. Eine für Chemie und Phyſiologie ſo intereſſante Entdeckung ſchien mir eine Prüfung zu verdienen. Ich habe die mehrſten Verſuche des Herrn Brande wiederholt und ſie genau gefunden; auch habe ich einige neue hinzu gefügt, und vornämlich ein einfaches Mittel aufzufinden geſucht, den Farbeſtoff des Bluts rein darzuſtellen.

Dieſes *Verfahren*, welches mir einfacher und ſicherer als die der HH. Brande und Berzelius *) zu ſeyn ſcheint, iſt folgendes: Man laſſe Blutkuchen auf ein haarnes Sieb recht rein abtröpfeln, zerdrücke ihn dann in einer Schüſſel in 4 Theilen Schwefelſäure, die mit 8 Theilen Waſſer verdünnt worden, und erhalte ihn 5 bis 6 Stunden

*) Annal. de Chimie t. 85. p. 45.

lang in einer Wärme von 70° C. Noch heiſs ſchüttete man das Ganze auf ein Filtrum, waſche das, was darauf zurück bleibt, mit eben ſo viel heiſsem Waſſer, als man Säure genommen hat, und koncentrire die abgelaufenen Flüſſigkeiten bis auf die Hälfte ihres Raums. Dann ſetze man ihnen ſo viel Ammoniak zu, daſs nur ein geringer Ueberſchuſs an Säure bleibt, und laſſe die Flüſſigkeit, nachdem man ſie geſchüttelt hat, ruhig ſtehen. Es ſetzt ſich nun in ihr ein purpurrother Bodenſatz ab, von welchem man die Flüſſigkeit, wenn ſie ganz klar geworden iſt, abgieſst, und den man dann wiederholt mit Waſſer wäſcht, bis das ablaufende Waſſer ſalpeterſauren Baryt nicht mehr trübt. Den gewaſchenen Bodenſatz läſst man auf ein Filtrum abtröpfeln, bringt ihn dann auf Löſchpapier, nimmt ihn mit einem elfenbeinernen Meſſer wieder fort und läſst ihn in einer Schale völlig trocken werden. Was man ſo erhält, iſt Farbeſtoff des Bluts in reinem Zuſtande.

Hierbei iſt der *Hergang* folgender. Die Schwefelſäure löſt den färbenden Beſtandtheil des Bluts auf, und zugleich mit ihm eine ziemliche Menge Eyweiſsſtoff, und wahrſcheinlich auch Faſerſtoff. Das Ammoniak ſchlägt blos den Farbeſtoff, nicht aber dieſe beiden andern thieriſchen Körper aus der Auflöſung nieder. Um allen Farbeſtoff auszuziehen, wird eine ſehr groſse Menge Schwefelſäure erfordert; denn wenn man den Blutkuchen 3 Mal

hinter einander auf die angegebene Art mit Schwefelſäure behandelt, ſo wird dieſe immer faſt gleich ſtark geröthet, und er ſelbſt bleibt dem Anſcheine nach immer noch ſo ſtark gefärbt, als er es anfangs war. Oder enthält das Blut etwa zwei Arten von Farbeſtoffe, die in verſchiedenen Graden auflöslich ſind? Der Eyweiſsſtoff ſcheint zu machen, daſs der Farbeſtoff des Bluts ſich in den Säuren nicht auflöſt; denn iſt dieſer letztere rein, ſo löſt er ſich in ihnen in groſser Menge auf.

Folgendes ſind die *Eigenſchaften* des Farbeſtoffs des Bluts:

1) Er iſt ohne merklichen Geruch und Geſchmack.

2) Wird er in Waſſer zerrührt, ſo giebt er dieſem eine Weinfarbe, löſt ſich aber nicht auf.

3) Trocken ſcheint er ſchwarz wie Gagat zu ſeyn, und hat denſelben glänzenden Bruch, als dieſer Körper.

4) Auch in dieſem trocknen Zuſtande löſt er ſich willig in den Säuren und in den Alkalien auf. Die Auflöſungen ſind purpurroth. Die ſalzſaure Auflöſung trübt ſalzſauren Baryt nicht; ein Beweis, daſs der ſo dargeſtellte Farbeſtoff keine Schwefelſäure zurück behält, wenn er gehörig gewaſchen worden iſt.

5) Reine Gallusſäure und blauſaures Kali verändern die Farbe der Auflöſungen des Farbeſtoffs in

Säuren gar nicht, *welches beweiſt, daſs er kein Eiſen enthält;* in der Flüſſigkeit dagegen, aus der man den Farbeſtoff niedergeſchlagen hat, zeigen dieſe beiden Reagentien augenblicklich die Anweſenheit von Eiſen in ziemlicher Menge nach.

6) Galläpfel-Tinktur ſchlägt den Farbeſtoff aus den Säuren nieder, weil ſie Gerbſtoff enthält, verändert aber die Farbe deſſelben nicht.

7) Wird der reine Farbeſtoff des Bluts in einem verſchloſſenen Gefäſse erhitzt, ſo verliert er weder Farbe noch Geſtalt; er verbreitet dabei einen ähnlichen Geruch als die thieriſchen Materien, und giebt kohlenſaures Ammoniak und ein purpurrothes Oehl her, aber faſt gar kein Gas. Der Rückſtand iſt nun in Säuren und Alkalien unauflöslich, und befindet ſich im verkohlten Zuſtande. Da er hierbei nicht an Umfang verliert, ſo muſs der Farbeſtoff ſehr viel Kohlenſtoff enthalten.

8) Eine ſehr geringe Menge eines *Alkali* reicht hin, den im Waſſer unauflöslichen Farbeſtoff darin auflöslich zu machen. Hieraus ſollte man ſchlieſsen, daſs im Blute ein Alkali ihn aufgelöſt erhalte. Da er aber beim Waſchen des Blutkuchens mit Waſſer mit fortgenommen wird, ſo ſollte man glauben, er ſchwebe blos im Blute fein zertheilt.

9) Die Auflöſung des Farbeſtoffs in *Salpeterſäure* verändert ihre Farbe beim Verdünnen mit Waſſer nicht, und wird von ſalpeterſaurem Silber nicht

getrübt; essigsaures Blei giebt aber darin einen braunen Niederschlag und entfärbt sie ganz.

10) Blutkuchen, über den man wiederholt *Schwefelsäure* gebracht hat, löst sich in einer geringen Menge Kali ganz und gar auf, und Salzsäure schlägt ihn daraus wieder ganz nieder, wenn man sie nicht in Uebermaass zusetzt; dann bleibt die Flüssigkeit roth. — Hat man durch wiederholtes Waschen mit kaltem Wasser die grösste Menge der Schwefelsäure dem Blute wieder entzogen, so löst sich der Rückstand in Menge in heissem Wasser auf, giebt aber keine röthe, sondern eine braune Farbe.

11) Der Eyweisstoff des Bluts [das Blutwasser?], welcher Farbestoff enthält, setzt diesen in der Ruhe nach einiger Zeit zu Boden, und die Flüssigkeit wird grünlichgelb. Bleibt aber der Farbestoff bis zu dem Zeitpunkte in dem Eyweisstoff, dass dieser sich zu zersetzen anfängt, so löst er sich wieder auf, vermöge des beim Faulen sich bildenden Ammoniaks, und die Flüssigkeit wird scharlachroth durch Vermengung des rothen Farbestoffs mit dem gelblichen Eyweisstoff.

12) Giesst man auf Eyweisstoff [Blutwasser?] aus Rindsblut 2 Theile kalten Alkohol, filtrirt, lässt das Geronnene abtröpfeln, und kocht dann über dasselbe 7 bis 8 Theile neuen Alkohol, so färbt sich dieser schön Citronengelb. Wiederholt man dieses Verfahren 3 bis 4 Mal, so hört der Alkohol auf, sich zu färben, und der Eyweisstoff wird

weiſs. Beim Abdampfen in einer Retorte läſst dieſer Alkohol ein fettes Oehl von gelber Farbe, mildem Geſchmack und weicher Conſiſtenz zurück.

Nach den Verſuchen des Herrn Brande und meinen ſie beſtätigenden Verſuchen, rührt alſo die Farbe des Bluts von einer beſondern Materie thieriſcher Natur her, welche die Lebenskräfte, beſonders beim Athmen, bilden; und die bisher unter Aerzten und Chemikern geltende Meinung, daſs Eiſen der färbende Körper im Blute ſey, muſs aufgegeben werden; wenigſtens kann es nicht der einzige ſeyn, da ſich Farbeſtoff aus dem Blute, der frei von allem Eiſen iſt, darſtellen läſst.

Ich darf indeſs nicht unbemerkt laſſen, daſs, obgleich es richtig iſt, daſs ſich aus dem Blute durch das beſchriebene Verfahren ein Farbeſtoff ziehen läſst, in welchem die empfindlichſten Proben nicht die kleinſte Spur von Eiſen nachzuweiſen vermögen, doch die Farbe dieſes Stoffs von der des ganzen Blutes ſehr abweicht. Das Blut iſt, wie jeder weiſs, von lebhaftem dem Scharlach ähnlichen Roth; der einzeln dargeſtellte Farbeſtoff hat dagegen eine purpurrothe, faſt veilchenartige Farbe, welche beim Durchſehen grün erſcheint. Zwar nimmt auch das Blut, wenn man es einige Zeit lang auſser Berührung mit der Luft erhält, eine weinartige Purpurfarbe an, die der des einzeln dargeſtellten Farbeſtoffs ziemlich ähnlich iſt, ſo bald es aber wieder mit der Luft in freie Berührung geſetzt wird, kömmt es zu der

vorigen lebhaft rothen Farbe zurück, indeſs der Farbeſtoff ſeine Farbe an der Luft nicht verändert. Sollte er durch die Säuren und die Wärme, welche man zu Hülfe nehmen muſs, um ihn von den andern Beſtandtheilen des Bluts zu trennen, eine Veränderung erleiden? oder beruht die eigene Farbe des Bluts auf der Vermengung oder Verbindung dieſes Farbeſtoffs mit den übrigen Beſtandtheilen des Bluts?

Sollte auch das Oehl, welches ich aus Blut erhalten habe, in allem Blut von Menſchen und Thieren enthalten ſeyn, ſo würde das Blut folgende vier weſentliche Beſtandtheile in ſich ſchlieſsen: Eyweiſsſtoff, Faſerſtoff, einen Farbeſtoff und ein fettes mildes Oehl.

Ich habe nach dem Beiſpiele des Hrn. Brande verſucht, den Farbeſtoff des Bluts, nachdem ich ihn in Säuren oder in Alkalien aufgelöſt hatte, durch Hülfe verſchiedener Beitzmittel auf Baumwolle zu befeſtigen, erhielt aber keine ſchöne und dauernde Färbung, und zweifle, daſs dieſer Farbeſtoff je in der Färberei von Gebrauch ſeyn werde.

III.

Bemerkungen zu den beiden vorstehenden Aufsätzen über das färbende Princip im Blute der Thiere,

von

JACOB BERZELIUS,
Mitgl. der Akad. der Will. zu Stockholm *).

Lemery und Menghini fanden in der Asche des Blutes Eisenoxyd, und Letzterer glaubte selbst das Eisen aus dem Blute mit dem Magnete ausziehen zu können. Als die antiphlogistische Chemie sich ausbildete, suchte man den Grund der Veränderungen der Farbe des Bluts in dem in dem Blute enthaltenen Eisenoxyde; und da die Chemiker noch nicht bemerkt hatten, dass die Eisenoxyde und einige andere Metalloxyde sich in bedeutender Menge in dem Blutwasser (*serum*) auflösen, so suchten sie in dem Blute nach irgend einem Körper, der dieses zu thun vermöge. Deyeux und Parmentier, von denen wir ein vortreffliches Werk über

*) Frei ausgezogen aus Herrn Gay-Lussac Ann. de Chim. et de Phys. 1817 von *Gilbert.*

das Blut haben, meinten, das freie Alkali im Blute halte das Eisen aufgelöst, wie in der *tinctura martis alcalina*, stellten jedoch keinen Versuch an, um diese Idee zu prüfen. Gren vermuthete, das Eisen sey im Blute an Phosphorsäure gebunden, und Fourcroy behauptete, durch gemeinschaftlich mit Vanquelin angestellte Versuche gefunden zu haben, dass basisches phosphorsaures überoxygenirtes Eisen das färbende Princip im Blute sey; es löse sich sehr gut und beim leichtesten Schütteln oder Reiben in Eyweiss und in Blutwasser auf, selbst ohne Mithülfe der Wärme, und färbe sie auf der Stelle stark roth, wie das Blut, welche Wirkung noch durch ein wenig fixes Alkali beschleunigt, vervollständigt und in der Farbe lebhafter gemacht werde, und wozu eine sehr kleine Menge desselben zureiche. Im Blute sey es in dem Eyweissstoff in sehr geringer Menge aufgelöst, und durch das ebenfalls im Blute vorhandene Natron sey die Farbe lebhafter gemacht.

In meiner *thierischen Chemie*, welche im Jahr 1808 zu Stockholm erschienen ist, und aus der man einen in das Französische übersetzten Auszug in den *Ann. de Chim.* t. 88. p. 25. findet, habe ich die chemische Analyse des Bluts bekannt gemacht, durch welche ich die Zusammensetzung des Bluts und die Natur jedes der Bestandtheile desselben zu erforschen gesucht habe. Sie beweist, dass der das Blut färbende Körper nicht im Blute aufgelöstes basisches phos-

phorsaures Eisen ist, da darin weder Gallöpfel-Tinktur noch blausaures Kali, unsere empfindlichsten Reagentien auf Eisen, irgend eine Spur von Eisen nachweisen. Dennoch enthält der färbende Stoff Eisen, man muss ihn aber erst zerstören, ehe sich dieses zeigt. Die Asche desselben besteht zur Hälfte aus Eisenoxyd, um dieses aber, so wie den Kalk und die phosphorsauren Salze zu erhalten, muss man ihn vollkommen einäschern; denn sie sind in ihm mit der Kohle so innig verbunden, dass selbst die stärksten Säuren sie aus ihr nicht auszuziehen vermögen. Ich schloss daraus, das Eisen sey nicht als Oxyd in dem Farbestoff vorhanden, sondern sey in ihm in Metallgestalt mit den andern Elementen auf dieselbe Art, als der Kohlenstoff, der Wasserstoff etc. verbunden.

Der Farbestoff des Bluts löst sich im Wasser auf. Die Auflösung kann in 50° Wärme bis zur Trocknis abgeraucht werden, und der Rückstand löst sich dann wieder in Wasser auf; giebt man aber bis 100° C. Hitze, so coagulirt er und verliert seine Auflöslichkeit im Wasser. Mit den Säuren geht er ähnliche Verbindungen ein, als der Faserstoff und der Eiweisstoff; das heisst: die in der Kälte mit den mineralischen Säure gebildeten Verbindungen desselben, sind in einem Ueberschuss der Säure unauflöslich, aber auflöslich in reinem Wasser, und verlieren diese Auflöslichkeit, wenn man sie mit der Säure erhitzt, welche dann den Farbestoff zum Theil

zerſetzt, ſo daſs ſich dann in ihr mit blauſaurem Kali Spuren von Eiſenoxyd finden laſſen. Ueberdem hatte ich bewieſen, daſs ſich in der Aſche des Faſerſtoffs und des Eyweifsſtoffs kein Eiſen findet.

Vier Jahr ſpäter machte Hr. Brande in London Unterſuchungen über das Blut und den Chylus bekannt, in welchen er unter andern den Farbeſtoff des Bluts unterſuchte. Aus einer bedeutenden Menge Farbeſtoff des Bluts erhielt er des Eiſenoxyds ſo wenig, daſs es ſich faſt der Wahrnehmung entzog, und aus den chemiſchen Eigenſchaften des Farbeſtoffs, meinte er, ſey es offenbar, daſs er *völlig frei von Eiſen* ſey, daher er ihn den Farbeſtoffen der Pflanzenwelt für analog erklärte, und damit Verſuche zum Behuf der Färberei anſtellte. — Dieſe Verſuche ſind vor Kurzen von Herrn Vauquelin geprüft worden, und er beſtätigt nach eigenen Verſuchen, daſs der Farbeſtoff des Bluts *kein Eiſen* enthalte.

Als ich die Verſuche des Herrn Brande durchlief, urtheilte ich ſogleich, er habe ſich geirrt; glaubte aber, daſs meine den ſeinigen widerſprechenden Verſuche, durch ihr Zuſammenſtimmen mit den Verſuchen Lemery's, Menghini's, Rouelle's und ſo vieler anderer Chemiker Gewicht genug haben würden, die Meinung über dieſen Gegenſtand zu beſtimmen, ohne daſs ich nöthig hätte, auf den Irrthum eines geachteten Chemikers aufmerkſam zu machen; die Autorität aber, welche Herrn Bran-

de's Behauptung durch das Beistimmen des Herrn Vauquelin erhält, macht eine genauere Untersuchung derselben nöthig.

Diese Erörterung betrifft zwei Fragen: *Erstens*, enthält der Farbestoff des Bluts Eisen oder nicht? *Zweitens*, was trägt das Eisen, das er enthält, zu seiner Farbe bei?

Ich glaube, in meinem vorhin erwähnten Werke so umständlich über das Eisen in dem Farbestoff des Bluts und über die Art, wie es sich in demselben findet, gehandelt zu haben, dass hierüber keine weitere Erörterung nöthig ist, besonders, wenn man in meine Versuche keinen Zweifel setzt. Dennoch habe ich geglaubt, die von Herrn Vauquelin angestellten Versuche wiederholen zu müssen, um die Sache weiter aufzuklären.

Bei meinen vorigen Versuchen hatte ich mir den Farbestoff des Bluts auf folgende Weise verschafft: Ich liefs den Blutkuchen abtröpfeln, zerschnitt ihn dann in dünne Scheiben, und legte diese auf Löschpapier, um ihnen möglichst viel Blutwasser zu entziehen. Der Farbestoff wurde dann in Wasser aufgelöst, welches den Faserstoff unaufgelöst und entfärbt zurück liefs, und daraus, zu Versuchen, bei welchen er unverändert und noch auflöslich im Wasser seyn mufste, durch Verdunsten zu andern Versuchen aber durch Kochen, abgeschieden, wobei er gerann. Herr Vauquelin meint einen einfachern und sicherern Weg als diesen eingeschlagen

zu haben. Als ich sein Verfahren wiederholte, erhielt ich folgendes:

Der Blutkuchen wurde beim Zerreiben mit verdünnter Schwefelsäure schwarz und die Säure dunkelbraun, und nach einigen Minuten erfolgte ein leichtes Aufbrausen, welches von einem Entweichen von Stickgas herrührte, das ich auch bei meinen vorigen Versuchen bemerkt hatte. Auf dem Sandbade zog sich der Faserstoff mit zunehmender Wärme, (die ich doch nie über 70° C. steigen liefs) stärker zusammen, und die Masse wurde flüssiger. Beim Durchgiefsen durch ein Haarsieb blieb der Faserstoff zurück und ging die Flüssigkeit fast schwarz durch; auf einem Filtrum von Löschblatt liefs sie den gröfsten Theil des Farbestoffs zurück, und lief röthlichbraun durch. Auch die von Hrn. Vauquelin vorgeschriebene Menge von Wasser, womit der Rückstand auf dem Filtrum gewaschen wurde, färbte sich roth. Als ich zur Flüssigkeit Ammoniak zusetzte, bis sie nur noch wenig sauer war, trübte sie sich zwar, mufste aber aufs neue erwärmt werden, damit der Niederschlag sich absetzte, und nach dem Filtriren fand sich die Farbe derselben nur wenig vermindert. Der Niederschlag war flockig, bräunlichgrau, und im Vergleich mit dem mit der Schwefelsäure verbundenen, der auf dem Filtro geblieben war, von geringer Menge, obgleich ich, um ihn zu erhalten, 1 Pfund Schwefelsäure und fast eben so viel Ammoniak genommen hatte.

Nachdem ich den Niederſchlag gewaſchen und getrocknet hatte, brannte ich ihn zu Aſche. Die Aſche war roth, ins Gelbe ſpielend, und enthielt eine ſtarke Doſis Eiſenoxyd.

Beim Vergleichen des durch das Ammoniak erhaltenen Niederſchlags mit der Materie, welche die Säure nicht aufgelöſt hatte, fand ſich, daſs die letztere ſtärker und ganz dem Venen-Blute ähnlich gefärbt war; daher wir alle Urſach haben, anzunehmen, daſs ſie den Farbeſtoff in einem concentrirteren Zuſtande, d. h. minder mit Faſerſtoff und Eyweiſsſtoff vermengt enthalte, als die, welche von der Schwefelſäure aufgelöſt worden war. Mit reinem Waſſer behandelt, färbte ſie dieſes weit ſtärker, als die ſaure Auflöſung gefärbt war, und Ammoniak gab dann mit dem Waſſer einen dem vorigen ähnlichen Niederſchlag. Ich nahm ihn von dem Papiere, ſetzte ihm etwas Waſſer zu und dann ſo viel Ammoniak, bis weder die Flüſſigkeit, noch die nicht aufgelöſte Flüſſigkeit mehr ſauer waren. Die faſt ſchwarze Maſſe filtrirte ſich ſehr ſchwer und wurde daher mit dem doppelten Raume Branntwein vom ſpec. Gewicht 0,93 verdünnt, welches das Filtriren erleichterte. Nachdem das Filtrat mit Branntwein gewaſchen und dann ſtark getrocknet worden war, wurde es eingeäſchert; die Farbe der Aſche war völlig die des rothen Eiſenoxyds, ſo daſs man hätte glauben ſollen, die Aſche beſtehe ganz aus ſolchem Oxyde. Einen andern Antheil dieſer Materie, löſte

ich in concentrirtem Ammoniak auf; die Auflösung war so stark gefärbt, dafs sie aufhörte durchsichtig zu seyn; mit Wasser verdünnt, wurde sie aber durchsichtig und von einem sehr schönen Roth. Ich führe dieses an, weil diese Umstände beweisen, dafs der in der Schwefelsäure unauflösliche Theil aus reinerem Farbestoff, als der darin aufgelöste Theil bestand.

Dieser in der Schwefelsäure unauflösliche Theil ist eine Verbindung der Säure mit dem Farbestoff, die das Lackmuspapier röthet, und welcher blofses Wasser die Säure nicht entzieht. Als ich sie mit kochendem Wasser behandelte, wurde sie schwarz, und die Flüssigkeit verbreitete einen so starken Geruch nach Galle, dafs ich mich nicht enthalten konnte, ein Tröpfchen auf die Zunge zu bringen. Sie schmeckte bitter, der Galle ähnlich, verlor aber beim Abdampfen alle diese Aehnlichkeit mit der Galle gänzlich; der trockene Rückstand war unauflöslich in Alkohol und der harzigen Materie ähnlich, welche die der Galle eigenthümliche Materie mit den Mineralsäuren bildet.

Es gaben mir 100 Theile des Farbestoffs, den ich aus dem in der Schwefelsäure unauflöslichen Theil durch Behandeln mit Alkohol erhalten hatte, 1,25 Theile rothe Asche; und als ich 100 Theile dieser Asche mit Salzsäure behandelte, und die Auflösung durch Schwefel-Wasserstoff-Ammoniak niederschlug, erhielt ich bedeutend viel schwarzen

Niederschlag, der nach dem Wiederauflösen in Königswasser, Fällen mit Ammoniak, Waschen und Rothglühen 55,5 Theile wog. Dieses stimmt genau mit den Resultaten meiner frühern Versuche über diese Materie überein. Es folgt aber hieraus, dafs der Farbestoff des Blutes aus 100 Theilen beim Einäschern $\frac{7}{8}$ Theile rothes Eisenoxyd giebt, und dafs sie folglich $\frac{1}{2}$ Procent metallisches Eisen enthalten mufs.

Ich weifs nicht, woher die Verschiedenheit zwischen den Resultaten meiner Versuche und denen des Herrn Vauquelin rührt; es fällt indefs in die Augen, dafs das, was ich hier angegeben habe, ganz der Natur des färbenden Stoffs gemäfs ist, so wie ich sie in meinen frühern Versuchen beschrieben habe. Ich zeigte dort, dafs er sich zwar mit den Säuren verbindet und sie färbt, dafs aber die Säuren von ihm nur sehr wenig auflösen; dafs, wenn man die darüberstehende saure Flüssigkeit abgiefst, und den nicht aufgelösten Antheil mit einer kleinen Menge Wasser wäscht, der Farbestoff sich in reinem Wasser auflöst und dafs diese Auflösung eine so zu sagen neutrale Verbindung des Farbestoffs mit der gebrauchten Säure ist. Fügt man ihm mehr Säure hinzu, so schlägt sich der aufgelöste Antheil wieder nieder. Erhitzt man den Farbestoff mit einer Säure, so verliert die Verbindung die Auflöslichkeit in reinem Wasser in Temperaturen unter 60° C. etc.

Diese Versuche beweisen also, dass der Farbestoff des Bluts, das Eisen, das einen seiner Bestandtheile ausmacht, und in der Asche desselben gefunden wird, selbst dann zurück behält, wenn Reagentien, welche ihn zu zerstören streben und das Eisen aufzulösen vermögen, auf ihn einwirken.

Was die *zweite Frage* betrifft: Ob das Eisen einigen Antheil an der Farbe des Bluts hat? so lässt sich darüber sehr schwer mit einiger Zuverlässigkeit entscheiden; doch haben wir eben so wenig Gründe dieses zu verneinen, als es zu bejahen. Dass das Eisen nicht auf die Art, wie man glaubte, nämlich als Oxyd im Blute aufgelöst, das Blut färbe, fällt in die Augen; die Gegenwart desselben im Farbestoffe des Bluts kann aber dessen ungeachtet von einigem Einfluss für die Farbe seyn. Der Farbestoff kömmt in den mehrsten seiner Eigenschaften mit dem Faserstoff und dem Eyweisstoff überein, und unterscheidet sich von ihnen blos durch seine Farbe und seinen Eisengehalt. Noch mehr gleicht er (bis auf die Farbe) der Krystalllinse, in deren Asche sich aber nur Spuren von Eisen finden, indess die schwarze Materie mit der die Choroidea des Auges überzogen ist, eine rothe Asche giebt, welche eine sehr grosse Menge Eisen enthält.

Ich glaube, dass das hier Gesagte hinreicht darzuthun, dass der Farbestoff des Bluts sich von den farbenlosen thierischen Substanzen durch die Menge des Eisens unterscheidet, welche sich in der Asche

deſſelben findet, und daſs es nicht ganz unwahrſcheinlich iſt, daſs dieſes Eiſen zu der dunkeln Farbe deſſelben beiträgt.

Herr Vauquelin ſcheint bei ſeiner Prüfung der angeblichen Entdeckung des Herrn Brande den Farbeſtoff nicht eingeäſchert zu haben, und nur nachdem dieſes geſchehen iſt, läſst ſich das Eiſen, welches er enthält, darſtellen. Herr Brande hat dieſes zwar gethan, daſs er in der Aſche aber dennoch nur Spuren von Eiſen fand, die ſich der Wahrnehmung faſt entzogen, iſt ſchwer zu erklären, und ich enthalte mich hierüber aller Bemerkungen, da dieſer Chemiker in dem Journale, welches er herausgiebt, mir Urſach gegeben hat, alle Berührung mit ihm zu vermeiden.

IV.

Phyſikaliſche Erörterungen über den Kreislauf des Blutes in dem thieriſchen Körper und über die Kräfte, welche ihn hervorbringen.

Die Ueberſchrift, welche ich dieſer Abhandlung gebe, drückt genau das aus, was der Leſer in ihr zu erwarten hat: *phyſikaliſche* Erörterungen über einen Gegenſtand, der zwar ſelbſt in ein anderes Gebieth der Naturkenntniſs, als in dasjenige gehört, dem dieſe Jahrbücher beſtimmt ſind, (von denen die Erſcheinungen in dem lebenden Zuſtande der Thiere in ſo weit ausgeſchloſſen bleiben, als ſie auf den dieſem Zuſtande eigenthümlichen Kräften beruhen,) — über welchem ſich aber doch noch manches Belehrendes und Intereſſantes ſagen läſst, auch wenn man von den ſogenannten Lebenskräften ganz abſieht, und keine andere Naturkräfte mit in die Betrachtung zieht, als diejenigen, mit denen wir es in der gewöhnlichen Phyſik (oder der Phyſik im engern Sinne) zu thun haben.

Daſs das Blut den menſchlichen Körper, ſo lange das Herz ſchlägt, in unausgeſetztem Kreislauf durchſtrömt, daſs es von dem Herzen durch die Schlagadern bis über die feinſten Veräſtelungen derſelben hinaus fortgetrieben,

und dem Herzen durch die in eben der Feinheit beginnenden, allmählig sich erweiternden und vereinigenden Blutadern wieder zugeführt, ja gröfstentheils zugehoben wird, — ist eine bewundernswürdige Natur-Erscheinung, welche einen jeden Freund und Kenner der Naturlehre, der sich eine hinlänglich deutliche Vorstellung von derselben verschafft hat, zum Nachdenken reitzen mufs. Diese Erscheinung ist es, welche meine Leser hier auf eine allgemein fafsliche Art und durch Abbildungen erläutert, vollständig beschrieben, und von ihrer rein-physikalischen Seite behandelt finden; daher ich kein Bedenken trage, ihnen diesen Aufsatz als einen *physikalischen* hier vorzulegen. Und gewifs war es der Mühe werth, zu versuchen, in wie weit diejenigen Naturkräfte, deren Gesetze die Physik im engern Sinne (d. i. so fern die Physiologie mit ihr im Gegensatze steht) entwickelt, ausreichen, den Kreislauf des Bluts der Hauptsache nach zu erklären.

Es schien mir beim Nachdenken hierüber, dafs eine solche physikalische Erklärung sich wohl würde durchführen lassen, so weit sich darüber im Allgemeinen, und ohne in das Einzelne einzugehen, urtheilen liefs; wohl verstanden, *nicht* von dem Schlagen des Herzens, denn das ist eine rein-physiologische Erscheinung, Etwas, wozu wir in dem Unorganischen nichts Aehnliches finden, und von dem wir bei einem solchen Versuch der Erklärung als gegebene Thatsache ausgehen müssen; — wohl aber von dem Umlaufe des Blu-

ter, so fern er durch das abwechselnde Zusammenziehen und Erweitern des Herzens und seiner Höhlungen bedingt ist. Liebte ich paradoxe Ausdrücke, so würde ich zu behaupten geneigt seyn, „das Herz sey zugleich ein Druckwerk und ein Saugwerk eigenthümlicher Art, und als solches, zum Theil wenigstens, ein pneumatisches Instrument.“ Das sollte aber so viel sagen: der Blutumlauf wird, meiner Meinung nach, durch die Schläge des Herzens nach denselben Gesetzen hervorgebracht, als die Bewegung des Wassers *erstens* in Druckwerken und *zweitens* in Saugwerken, obschon bei dem Saugwerke des Herzens noch eine andere physikalische Kraft als die, welche in den Saugpumpen allein wirkt, mit thätig ist. So einfach auch die physikalischen Theorieen dieser Instrumente (der Druckwerke und der Saugwerke) sind, so scheinen sie doch vielen Physiologen bei ihren Versuchen den Blutumlauf zu erklären, nicht in aller Deutlichkeit gegenwärtig gewesen zu seyn, und am wenigsten den Neuern; sie würden sonst wohl weder verborgene Qualitäten, noch Vorstellungen, welche gegen die Gesetze der Physik sind, noch ganz unzulässige Analogieen, einer einfachen und lichtvollen, physikalischen Erklärung vorgezogen haben, vielmehr bemüht gewesen seyn, diese letztere bis in das Einzelne durchzuführen, und sie nur da, wo es unumgänglich nöthig seyn sollte, durch das dem lebenden Zustande Eigenthümliche zu modificiren. Dieses war wenigstens der Gedanke, der in mir entstand, als ich so viel sonderbare Meinungen in

physiologischen Aufsätzen und Schriften von diesem Grundphänomen der thierischen Physik las, und häufig blosse Worte, oder Spiele des Witzes, oder Misverstand und Misticismus da fand, wo ich eine lichtvolle Theorie einer zum Theil wenigstens mechanischen Erscheinung erwartete. Der richtige und wahre Weg in der Physiologie, als der Naturlehre des lebenden Zustandes der Thiere, scheint mir zu seyn, dass man bei physiologischen Erscheinungen, wie diese, zuerst nachforsche, ob es nicht möglich sey, sie aus rein mechanischen Gründen abzuleiten, oder sorgfältig nachsehe, wie weit sie aus solchen sich erklären lassen. Erst wenn man damit im Reinen ist, wird man mit einiger Sicherheit beurtheilen können, welchen Einfluss die dem lebenden Zustand ausschliesslich eigenen Kräfte an ihnen haben; statt dass, wenn man sogleich alles der sogenannten Lebenskraft zuschreibt, man eben dadurch alle Versuche der Erklärung aufgiebt, und sich dem Spiele mit verborgenen Qualitäten hingiebt. Haben die alten Jatro-Mathematiker wirklich alles *blos* aus mechanischen Gesetzen erklären wollen, so war das ein grosser Abweg, der auf einem fundamentalen Misverstande beruhte; nicht minder tadelnswerth ist aber gewiss das Verfahren so vieler in den neuesten Zeiten, sich um das Mechanische bei Erörterungen physiologischer Erscheinungen gar nicht zu kümmern, es mit einem Machtwort und einer verrufenen Benennung wegzuwerfen, und dafür im Felde dunkler Begriffe, nur halb verstandener Lehren, herbeigezogener Aehnlichkeiten und hinkender

Gleichniſſe — der Phantaſie freien und ungezügelten Lauf zu laſſen.

Auf meine Veranlaſſung hat einer meiner eifrigſten mehrjährigen Zuhörer, von deſſen geſundem Urtheil und ſorgfältiger Benutzung der anatomiſchen und phyſiologiſchen Vorträge der berühmten Lehrer dieſer Univerſität ich mich überzeugt hatte, die hier angedeutete Idee, unter Benutzung meines Rathes, durchzuführen verſucht, und mit Vergnügen lege ich die Arbeit in ihrem jetzigen Zuſtande meinen Leſern zugleich mit einigen eigenen Bemerkungen vor; und zwar den Freunden der Naturkunde als eine allgemein faſsliche Darſtellung einer höchſt intereſſanten Erſcheinung von ihrer phyſikaliſchen Seite, den Phyſiologen aber zur ſorgfältigen Erwägung, Prüfung und Verbeſſerung. Ich rieth ihm, ſich Leſer zu denken, denen die Geſetze der Phyſik nicht fremd, die Einrichtungen des menſchlichen Körpers aber nur im Allgemeinen bekannt ſind, und daher mit einer faſslichen Beſchreibung des Apparates zum Blutumlauf, erläutert durch deutliche Abbildungen des Innern des Herzens, anzufangen, und darauf die Erklärung der Wirkung dieſes Apparats als eines Druckwerks und eines Saugwerks eigener Art, nach phyſikaliſcher Weiſe, zu gründen, unter Vergleichung mit den Meinungen und Erklärungen in den geſchätzteſten phyſiologiſchen Schriften. Er hat hauptſächlich den letzten Theil dieſer Aufgabe, den Beweis im Auge gehabt, daſs den Rücktritt des Blutes durch die Blutadern zum Herzen, vorzüglich das Herz ſelbſt, als Saugwerk bewirkt; über das Herz als Druckwerk ha-

be ich einige Bemerkungen angehängt, in denen ich auf die wahre Theorie des Pulsschlags der Arterien hingewiesen zu haben glaube. Es würde indeſs der hohen Achtung, die ich gegen meine Leſer hege, nicht entſprochen haben, hätte ich mich hier ganz auf mein Urheil verlaſſen wollen. Erſt nachdem ich die Meinung meines würdigen Freundes und Kollegen, Herrn Hofrath Roſenmüller's, (die ich mit ſeinem Vorbewuſst hier beifüge) eingeholt hatte, habe ich den Entſchluſs ausgeführt, dieſe nicht miſslungene und ſeit den acht Monaten, daſs ſie in meinen Händen iſt, mehrmals verbeſſerte, zum Theil ganz umgeſchmolzene und von mir (ſo wie was die Abbildungen betrifft, von Herrn Hofrath Roſenmüller) genau revidirte Arbeit in dieſe Annalen aufzunehmen. Ihr Verfaſſer iſt Herr Ernſt Ludwig Schubarth, aus *Merſeburg*, Candidat der Medicin, bisher unſer gelehrter Mitbürger.

Gilbert.

Schreiben des Hofraths Roſenmüller, Dr. und Prof. der Anatomie, an den Prof. Gilbert.

„Zu einer Zeit, wo ſich die Phyſiologen bei Erklärung der Erſcheinungen im menſchlichen Organismus mit Vorliebe an planetariſche Einflüſſe und an die Einwirkung von Kräften halten, deren Weſen bei weitem nicht klar genug erkannt iſt, macht es mir ein wahres Vergnügen, einen Ihrer talentvollen Schüler, den ich auch den mei-

nigen nennen darf, auftreten und den zu wenig beachteten Einfluſs der Grundſätze der Mechanik, und Hydraulik auf die Erklärung der Bewegungen des Herzens geltend machen zu ſehen. Ich für meinen Theil finde den mir gütigſt mitgetheilten Aufſatz ſehr gründlich, die anatomiſche Beſchreibung nebſt den dazu gehörigen erläuternden Abbildungen richtig, und die Beziehungen der Phyſik auf dieſen Theil der Anatomie und Phyſiologie vollkommen conſequent und einleuchtend.

Dr. *J. Chr. Roſenmüller.*

I. Allgemeinfaſsliche anatomiſche Beſchreibung des Herzens und der Blutgefäſse.

Das Blut, der ernährende Stoff des Körpers, ohne welches weder Ernährung, noch Leben, noch Thätigkeit der Organe möglich iſt, wird zu allen Theilen des Körpers durch Gefäſse geführt, die ihren Urſprung aus dem Herzen nehmen, einem hohlen Muskel, welcher gleichſam eine Erweiterung, ein Anhang, oder richtiger der Mittelpunkt der beiden *Gefäſsſyſteme* iſt.

Die blutführenden Gefäſse ſind nämlich von zweierlei Art: *Schlag-* oder *Pulsadern* (*Arteriae*), und *Blutadern* (*Venae*). Die *Schlag-* oder *Pulsadern* entſpringen, mit Ausnahme einer einzigen, der Lungenſchlagader, alle aus dem groſsen Gefäſs, der

Aorta *), welches ſeinen Urſprung in der *linken* Herzkammer, dem *arteriellen Herzen* hat, und ſich dann gebogen, an der linken Seite der Wirbelſäule herabſenkt. Während ihres Laufs ſchickt die Aorta Aeſte zum Herzen ſelbſt, zum Kopf, dem Halſe, den Reſpirations-Organen, den obern Extremitäten, und den Eingeweiden der Bauchhöhle. In der Gegend des 4ten Lendenwirbels (des 23ſten der ganzen Wirbelſäule) ſpaltet ſie ſich in zwei Aeſte, (in die *Arterias iliacas*) deren jeder wiederum ſich ſogleich in zwei Zweige trennt, (in die *Arteria hypogaſtrica* und *cruralis*), welche beide die Zeugungsorgane und die untern Extremitäten mit Blut verſehen. Die *Lungenſchlagader* hat eine von allen übrigen Pulsadern weſentlich verſchiedene Anordnung und Verrichtung; ſie kömmt aus der *rechten* Herzkammer hervor **), und führt venöſes Blut, daher man ſie auch *Arteria venoſa* genannt hat.

Die Pulsadern, oder Arterien ſind häutige, kegelförmige, biegſame, pulſirende Kanäle. Sie beſtehen aus 4 Hautlagen: *erſtens* einer äuſsern, zelligen, durch welche ſie an die benachbarten Theile angeheftet ſind; *zweitens* einer ſogenannten Muskelhaut, welche man gewöhnlich als aus Mus-

*) Taf. I. Fig. 3. e, und Taf. II. Fig. 4. f.

**) Taf. I. Fig. 3. d, und Taf. II. Fig. 4. e.

kelfibern beſtehend anſieht, von der aber Herr Berzelius *) darzuthun ſucht, daſs ſie eine ganz andere Zuſammenſetzung als die Muskelfibern habe, und zu Folge ihres ungleichen Gewebes, und ihrer verſchiedenartigen Grundbeſtandtheile, nicht die Natur des Muskels beſitzen könne, eine Meinung, der indeſs neuerlich Parry widerſprochen hat **); *drittens* einer gefäſsreichen Haut, (denn dieſe Kanäle haben, ſo wie jeder andere Theil des menſchlichen Körpers ihre Arterien, Venen und Nerven); und *viertens* aus einer innern, ſehr glatten Haut, die ſehr dünn und ſchlüpfrig iſt, aber keine Gefäſse hat. Die Häute der Pulsadern haben eine ſolche Elaſticität, daſs, wenn man Pulsadern quer durchſchneidet, ſie immer eine runde Oeffnung behalten, indeſs die Blutadern beim Durchſchneiden zuſammenfallen. Die Endigungen der Arterien ſind von verſchiedener Beſchaffenheit; die meiſten ſcheinen mit den feinſten Anfangszweigen der Blutadern zuſammen zu münden, (*anaſtomoſis*)

*) Svenska Läkare Sällskapets Handlingar 3. Heft. Stockholm 1813.

**) Er behauptet, daſs, obgleich dieſe Haut keinen Faſerſtoff habe, ihr dennoch Muskelkraft zukomme. Siehe ſein Werk: *An experimental inquiry into the nature, cauſe and varieties of the arterial pulſe, and into certain other properties of the larges arteries in animals with warm blood. London 1816.* Ueberſetzt von Embden, Hannover 1817, S. 41. und 45. Ebenfalls des Hrn. Hofrath Kreyſig's Werk über die Krankh. des Herzens B. 3. S. 38.

und in sie über zu gehen; andere endigen sich als feine Gefäfse ins Zellgewebe, und ergiefsen in daſselbe ihr Blut, das von den hier ausgehenden Venen-Zweigelchen aufgefangt wird. Viele Zweige von Pulsadern endigen sich auch mit offenen Mündungen an der Oberfläche im Körper, (*vaſa exhalantia*), und hauchen hier einen wäſsrigen Dunſt aus *). Einen ähnlichen Dunſt hauchen sie aus in den Höhlen des Körpers, als in dem Gehirn, den Lungenhautſäcken (*Pleurae*), dem Herzbeutel (*Pericardium*), der Bauchhaut (*Peritonaeum*), und er zeigt sich in diesen Höhlen nach dem Tode als tropfbare Flüſſigkeit. In den Abſonderungs-Organen, als der Leber, den Nieren, den wahren Drüſen, und auch in den Organen von unbekanntem Nutzen, als der Milz, den Nebennieren, der Schilddrüſe etc., machen die feinſten Zweige der Pulsadern Verwickelungen von verſchiedener Form und Geſtaltung.

Die *Blutadern* (*venae*) haben zartere, und we-

*) Auf der Haut, wo dieſer ſichtbar wird, und ſich bei vermehrter Thätigkeit dieſer Gefäſschen als Schweiſs zeigt, nennt man dieſes gelinde, immer ſtattfindende Verdunſten *Perſpiratio Sanctoriana*, da Sanctorius, (Profeſſor zu Padua und Venedig † 1636) auf ſie zuerſt aufmerkſam machte, in ſeinem Werk *über die ſtatiſche Medicin*, und die Menge des Ausgedünſteten zu berechnen ſuchte, um ihren Einfluſs auf die Geſundheit und Krankheit zu zeigen. Siehe Sprengel's Geſchichte der Arzneikunde 4. Band Seite 505. und folg.

niger Häute als die Schlagadern. Es fehlt ihnen gröſstentheils die Lage von Muskelbündern, die nur an ihren gröſsten Stämmen, in der Nähe des Herzens in ringförmiger Gestalt sichtbar sind. Sie besitzen ferner zum gröſsten Theile *Klappen*, d. h. die innerste Haut derselben bildet segelförmige Falten oder Säckchen, die stets paarweise angebracht sind, so daſs eine der andern gegen über steht, und die andere mit ihrem freien Rande in der Axe des Venenstammes berührt. Die Oeffnungen aller dieser Säckchen sind dem Herzen zugewandt (Taf. I. Fig. 1.). Die Arterien liegen gröſstentheils tiefer als die Venen, und jeder Pulsaderzweig, der einem Theil angehört, wird gewöhnlich von zwei Venen begleitet. In der Haut verbreiten sich nur kleine Enden der Pulsadern, es befinden sich in ihr aber starke Venenstämme, die in ganz anderer Richtung als die der Arterienstämme laufen. Ueberhaupt ist die Zahl und der Verlauf der Venen sehr verschieden und unbeständig, da sie oft zusammen münden, und deshalb wird ihre Beschreibung schwierig *). Sie fangen eben so, wie die Arterien endeten, mit höchst feinen Röhrchen an, die man überhaupt mit dem Namen *Haargefäſse* belegt hat, und die natürlich auch Blut führen, obgleich ihr Durchmesser so gering ist, daſs man dieſes mit bloſsen Augen nicht

*) Das Gegentheil hat neuerlich Meckel in seinem *Archiv* Band 1. Heft 2. S. 285. gezeigt, und erwiesen, daſs die Anomalie des Verlaufs der Venen zu dem der Arterien nicht so bedeutend sey.

ſehen kann. Erſt im entzündeten Zuſtande, wo ſie bedeutend erweitert ſind, werden ſie unſern Augen ſichtbar; am beſten kann man ſie in der entzündeten Bindehaut, (*Conjunctiva*) der äuſſerſten Bedeckung des Augapfels ſehen *). Die Blutadern des Kopfes, des Halſes, der obern Extremitäten, der Bruſt, des Rückens und einiger Theile der Verdauungs-Organe ſammeln ſich in die *obere Hohlader* (*vena cava ſuperior, ſeu deſcendens* (Taf. III. Fig. 3. f.). Das Blut aus den Nieren, der Leber, den Zeugungs-Organen, und den untern Extremitäten bringt die *untere Hohlader* zurück, (*vena cava inferior, ſeu aſcendens.*) Ein eigenes Gefäſsſyſtem, das man gewöhnlich bei der Beſchreibung zu den Blutadern rechnet, iſt hingegen für alle Organe, die in der Bauchhaut ſich befinden, als Magen, Gedärmen, Milz, auch Leber beſtimmt, nämlich das *Pfortenſyſtem*, deſſen Hauptſtamm als *vena portarum* in die Leber geht, alſo genannt, weil man den Theil der Leber, in welchen ſich dieſer Stamm verliert, den Namen der Pforte gegeben hat. Das Blut, welches in den Verdauungs-Organen von dieſen Gefäſsen aufgeſaugt wird, ſcheint einen der beſten Theile, entweder durch die aushauchenden Endigungen oder zur Ernährung, hergegeben zu haben, und reicher an Kohlenſtoff und Waſſer als das arterielle Blut zu ſeyn, mag auch wohl noch manches andere aufgeſaugt enthalten, und wird deshalb nicht ſo-

*) Siehe Reils Fieberlehre B. 2. S. 212.

gleich in das Herz, sondern erst in die Leber geleitet. Erst, nachdem hier die Galle daraus ausgeschieden worden, gelangt es geläutert durch die *vena hepatica*, einen Zweig der untern Hohlader, in dieses Blutgefäss und durch dasselbe in das Herz *). Alle Gefässe des Pfortensystems haben aber keine Klappen; deswegen mögen auch wohl oftmals in ihnen entgegengesetzte Bewegungen, d. h. nach den kleinsten Aesten zu, entstehen **). Dies findet oft bei den, nicht mit Klappen versehenen Venen der Verdauungs-Organe Statt, ja sie können selbst die Funktion der Arterien annehmen, und Blut in den Darmkanal ergiessen ***).

Ich komme nun zu dem Herzen. Das *Herz*, ein hohler Muskel, eine Erweiterung sowohl des arteriellen, als venösen Gefässsystems, hat eine kegelförmige Gestalt; die Spitze desselben ist stumpf und abgerundet, und wird durch eine Kerbe in zwei Hügel getheilt. Es ist von dem *Herzbeutel* (*Pericardium*) umgeben, einem häutigen Sack, der mit seiner untern breitern Fläche mit dem Zwerchfell (*Diaphragma*) verwachsen ist, und dessen beide

*) Siehe Platner Quaestiones physiologicae p. 279.

**) Haller's Abriss der Physiologie von Sömmering und Meckel Seite 51.

***) So z. B. im kritischen Hämorrhoidalfluss, die *Venae haemorrhoidales*. Auch der Scorbut und die Werlhof'sche Fleckenkrankheit scheinen hierher zu gehören. Siehe Kreysig über d. *Krankh. des Herzens* B. 1. S. 175.

Seiten an die Brust-Hautfläche angeheftet sind. Der Herzbeutel schliesst von allen Gefässen, die zum Herzen gehen, den dem Herzen zunächst gelegenen Theil mit ein; die Höhle desselben ist beträchtlich grösser als das Herz selbst, und in ihr hauchen die feinsten Endigungen der Schlagadern den schon erwähnten wässrigen Dunst aus, der sich nach dem Tode, oder im kranken Zustande in der Herzbeutel-Wassersucht (*Hydropericardia*) in vermehrter Quantität, als tropfbare Flüssigkeit zeigt.

Die Lage des Herzens selbst in der Brusthöhle ist ungefähr so, wie sie Taf. II. darstellt; die Spitze steht schräg nach links und vorn, ruht nebst der untern platten Seitenfläche auf dem Zwerchfell auf, und liegt hinter dem Knorpel der 5ten und 6ten Rippe der linken Seite. Das dickere obere Ende des Herzens liegt dagegen hinter dem rechten Rande des Brustbeins in der Gegend des 4ten und 5ten Rippenknorpels. Die äussere Haut des Herzens ist eigentlich eine Fortsetzung des Herzbeutels selbst, der sich, so wie er an die grossen Gefässe desselben gehängt, an ihnen zum Herzen herabsenkt. Sie enthält an manchen Stellen etwas Fett, sonst ist sie glatt. Die innere sehr dünne Haut verbreitet sich von dem Innern des Herzens aus in die aus ihm entspringenden Adern.

Eine dicke Scheidewand (*Septum*), welche selbst nicht die mindeste Oeffnung hat, theilt das Herz in *zwei Höhlungen*; jede derselben wird wieder in *zwei Abtheilungen* getheilt, durch einen ein-

ſpringenden faltenartigen Theil der innern Herzhaut, welcher eine runde, und durch Klappen verſchloſſene Oeffnung bildet. Die obere, kleinere Abtheilung nennt man die *Vorkammer*, den *Vorhof* (*atrium*), und die untere, gröſsere die *Herzkammer* (*ventriculus*). Die Scheidewand ſowohl als die Seitenwände ſind fleiſchig, und beſtehen aus innig unter einander in verſchiedenen Richtungen verwebten Fibern. An den innern Flächen liegen viele gröſsere und kleinere Faſerbündel, gleichſam als Balken (*trabeculae carneae*), die ſich kreuzen und netzförmige Verbindungen eingehen. Auch entſpringen an mehrern Punkten der Wände fleiſchige Zapfen (*musculi papillares*), die aus parallel liegenden Faſern beſtehen und in die Höhle der Kammer frei hinein ragen, wie man z. B. einige auf Taf. I. Fig. 3. in *bbb* und Fig. 4. *bbb* ſieht.

Jede dieſer beiden Kammern hat zwei runde Oeffnungen, eine venöſe (*oſtium venoſum*) und eine arterielle (*oſtium arterioſum*), die jede mit einem feſtern weiſslichen Wulſte umgeben iſt. Durch die *erſte*, die venöſe Oeffnung, ergieſst ſich das aus den Venen in den Vorhof gebrachte Blut aus dieſem in die Herzkammer, zu welcher dieſer Vorhof führt; und häutige Klappen, welche ſich vor dieſer Oeffnung in der Kammer befinden, und ſich nach dem Innern derſelben öffnen, und an welche von den Zapfen aus ſtarke weiſse Fäden gehen, verſchlieſsen dem Blute, wenn die Kammer ſich zuſammenzieht, den Rücktritt aus ihr in den Vorhof.

Durch die *zweite* Oeffnung, die arterielle, wird das Blut aus der Kammer in die Schlagader getrieben, welche aus ihr entſpringt. Vor dieſer Oeffnung bildet die innere Haut der Herzkammer 3 halbmondförmige Säckchen, von der Geſtalt eines (, (*valvulae ſemilunares, ſeu ſigmoideae,*) die nach der Kammer zu mit ihrer konvexen, und nach der Pulsader zu mit ihrer hohlen Seite gerichtet ſind.*)

Die *rechte* oder *vordere* Herzkammer (Taf. I. Fig. 3.), das *venöſe Herz*, iſt dünnfleiſchiger als die linke. Aus ihr entſpringt die Lungenſchlagader (*arteria pulmonalis*, Fig. 3. d, Fig. 4. e,) die ſich in zwei Aeſte ſpaltet und ſo zu den Lungen gelangt. Die vor ihr befindlichen Klappen ſind ebenfalls dünn und klein. Das *oſtium venoſum* dieſer Kammer iſt durch 3 Klappen geſchloſſen, die man die *dreizipflichen* genannt hat, (*valvulae tricuſpidales*, Fig. 3. *a a a*), deren obere die gröſste iſt, ſo daſs ſie bis zur arteriöſen Oeffnung reicht, und dieſelbe mit verſchlieſsen hilft.

Die *linke* oder *hintere* Herzkammer, das *arterielle Herz* (Fig. 4.), iſt von ſtarken, ſehr kräftig wirkenden Muſkelfibern, wie es die viel gröſsere Kraft erfordert, mit der das Blut durch die Pulsadern in den ganzen Körper getrieben wird. Innerhalb der Einfügung der Aorta ſind ebenfalls 3 halbmondförmige Klappen, (Fig. 4. *ccc*), die ebenfalls dicker und gröſser ſind, als die in der rech-

*) Dieſe Falten kannten ſchon Erasiſtratus, ſo wie mehrere ſeiner Zeitgenoſſen, 300 Jahre vor Chriſtus.

ten Kammer. Das *Oſtium venoſum* iſt hier durch 3 *mützenförmige* Klappen geſperrt, (*valvulae mitrales*, Fig. 4. *a a a*), deren oberſte bis zur Mündung der Aorta reicht. Die rechte Herzkammer iſt kürzer und weiter als die linke.

Die beiden *Neben-* oder *Vorkammern* des Herzens (*atria*) *) machen das dickere Ende des Herzens aus. Ihre Fleiſchmaſſe iſt viel dünner und ſchwächer als die der Herzkammern, und ihre Scheidewand ebenfalls ohne alle Oeffnung; blos beim Fötus iſt ſie durchbohrt (*foramen ovale*,) und mit einer Klappe verſehen (*valvula Euſtachii*), die dem Blute nur erlaubt aus der rechten in die linke Vorkammer, nicht aber aus dieſer in jene zurück zu treten, und die ſo die Lungenſchlagader bis das Athmen anfängt, beim Kreislauf auſser Spiel ſetzt. Man findet auch manchmal noch in Erwachſenen dieſe Oeffnung unverſchloſſen, welches ein krankhafter Zuſtand iſt, und in Verbindung mit andern organiſchen Herzfehlern, ſehr oft die Blauſucht bedingt **). Die *rechte Vorkammer* oder der Hohl-Venenſack (*atrium venarum cavarum*) nimmt das Blut aus beiden Hohl-Venen auf; denn aus der Vereinigung beider Gefäſse wird eigentlich

*) Einige nennen ſie gar *Herzohren* (*auriculae*), dieſe Benennung gebührt aber einem kleinen Säckchen an der Vorderfläche einer jeden Vorkammer.

**) Siehe Kreyſig über die Krankh. des Herzens 2. B. 2. Abtheil. S. 821.

dieſe Vorkammer gebildet. In dieſe gelangt auch der Speiſeſaft, (*chylus*) den der Speiſeſafts-Kanal (*ductus thoracicus*) in die linke Schlüſſelbein-Vene (*vena ſubclavia ſiniſtra*), einen Zweig der obern Hohlader, leitet, und der mit dem andern Blute gemengt durch die Lungen-Schlagader in die Lungen getrieben wird, um hier zu ſeiner Beſtimmung tauglich gemacht zu werden. Ferner ergieſst ſich in dieſe rechte Vorkammer die groſse Herzblutader (*vena coronaria cordis*), die das für die Muskeln des Herzens ſelbſt beſtimmte Blut zurückführt, und in ihrem kleinen Vorhof mit einer Klappe (*valvula Thebeſii*) verſehen iſt. — Die *linke Vorkammer*, oder der Lungen-Venenſack (*atrium venarum pulmonalium*) nimmt die 4 Lungenblutadern, von denen eine in Fig. 4. d zu ſehen iſt, auf. — Die Herzſubſtanz bekommt ihre eigenen Gefäſse, welche in den Muskelfibern kranzförmig verflochten ſind, (*arteriae venae coronariae*), und erhält ihre Nerven vom 9ten und 10ten Hirnnervenpaar, und von dem Rumpfnervenſyſtem (*ſympathicus maximus.*)

Erklärung der Kupfer.

Bei den Abbildungen des Herzens auf Kupfertafel I. und II. war es meine Hauptabſicht, die Klappen darzuſtellen, wie ſie ſich in den beiden Herzkammern zeigen; und überhaupt durch eine leichte Darſtellung der geöffneten Herzkammern, die Beſchreibung des Saugapparats des Herzens denen zu veranſchaulichen, die in der Anatomie nicht

erfahren sind. Ich habe sie nach einem schönen, getrockneten Herzen gemacht, weil in den anatomischen Kupferwerken das Herz aufgeschnitten und ausgebreitet dargestellt wird, und auf diese Art die Ansicht nicht so deutlich für den Laien werden kann. Sollte eine genaue anatomische Beschreibung mit diesen Zeichnungen nicht ganz übereinstimmen, so muss ich erinnern, dass die einzelnen zarten Theile beim Ausstopfen, was dem Trocknen vorausgeht, etwas verletzt worden, und beim Eintrocknen selbst einigermaßen geschwunden waren. Das Herz, nach welchem ich zeichnete, hatte zugleich die anatomische Merkwürdigkeit, dass aus dem Bogen der Aorta, wo gewöhnlich 3 grosse Gefäße entspringen, hier 4 ausgingen, ohne eine Spur der *Art. anonyma*, weshalb es in der Präparaten-Sammlung des anatomischen Theaters zu Leipzig aufbewahrt wird. Herr Hofrath Rosenmüller hat die Gewogenheit gehabt, meinen Zeichnungen mit verbessernder Hand nachzuhelfen.

Die beiden gröfsern Abbildungen stellen das vom Herzbeutel befreite Herz vor, von dessen Oberfläche auch das meiste Fett entfernt ist.

Auf Taf. I. in Fig. 3. sieht man die *rechte Herzkammer* geöffnet, und in deren Grundfläche die *dreizipfligen Klappen a a*, an die sich feine Fädchen, die getrockneten *Musculi papillares b b b* ansetzen. Die Oeffnung *c* bezeichnet den Eingang in die rechte Vorkammer (*Ostium venosum*), welche hier sehr erweitert erscheint. Der

vorderſte groſse Gefäſsſtamm *d* iſt die *Lungenſchlagader*, die mit dieſer Kammer in Verbindung ſteht. *e* hingegen iſt die *Aorta*, die in der andern Kammer ihren Urſprung hat. Ganz hinten bei *f* zeigt ſich noch die *obere Hohlader* die in die rechte Vorkammer ihr Blut ergieſst; *g* zeigt den geöffneten *Vorhof* von der Seite, und *hhhh* bezeichnet die durch den Einſchnitt getrennten Theile der rechten Herzkammer. *ii* iſt die geöffnete *linke Kammer* von der Seite, und *kk* ſind die *mützenförmigen Klappen*, deren Abbildung in der folgenden Figur deutlicher gegeben iſt.

Auf Taf. II. in Fig. 4, ſieht man eben ſo die *linke Herzkammer* geöffnet. Es ſind *aa* die *mützenförmigen Klappen*, *bbb* die *Muſculi papillares*, *c* die Oeffnung des linken Vorhofs (*Oſtium venoſum*) und *d* der abgeſchnittene Stamm einer *Lungenblutader*, die in den linken Vorhof ihr Blut ergieſst. Es iſt ferner *e* die *Lungenſchlagader*, *f* die *Aorta*, *gggg* ſind die getrennten Wände der linken Kammer, *h* iſt der Eingang zur Aorta (*Oſtium arterioſum*), und *i* die *rechte Herzkammer*.

Taf. I. Fig. 2. zeigt die 3 *halbmondförmigen Klappen* in der Aorta; ein Stück des Bogens derſelben iſt aufgeſchnitten, um dieſe ſichtbar zu machen, ihre Lage aber iſt erhalten. Es iſt *aa* der *Bogen der Aorta*, *bb* das *geöffnete Stück*, *ccc* ſind die *Klappen*, *d* iſt ein Stück von der obern *mützenförmigen Klappe*, *e* die *Scheidewand* des Herzens, *f* ein Theil der *linken Kammer*.

Taf. I. Fig. 1. ſtellt endlich ein Stück einer gröſsern Vene, der *Vena cruralis* dar, das an ſeiner innern Fläche ein *Klappenpaar* deutlich zeigt. *aa* iſt der nach dem Herzen

zugekehrte *offene Theil* dieſer Säckchen, und *b b* ſind die der Peripherie zugekehrten ſtumpfen Enden.

II. Phyſiologiſche Erörterung der Wirkung des Herzens und der Gefäſſe, beim Zurückbringen des Blutes aus den Organen zum Herzen.

Es iſt die Frage: durch welchen Mechanismus und welche Kräfte das Blut, wenn alle Gefäſſe damit gefüllt ſind, aus den kleinſten Gefäſschen durch die Blutadern in das Herz zurück gebracht wird, ungeachtet es aus den Füſsen und aus den Armen bedeutend hoch anſteigen, und in den Eingeweiden durch ſo vielfältig verſchlungene Bogen hindurch gehen muſs.

Die Phyſiologen haben, um dieſes zu erklären, viele Hypotheſen erdacht, die mir aber gröſstentheils unſtatthaft zu ſeyn, und das nicht zu erklären ſcheinen, was ſie ſollen. Herr Hildebrandt ſagt *): „Die Kräfte, durch welche das Blut in den Venen getrieben wird, ſind: 1) die Kraft des Herzens, 2) die der Schlagadern, 3) die der Venen, welche blos durch ihre lebendige Spannkraft wirken, und 4) befördern die Muskeln durch ihren Druck die Forttreibung des Bluts in den Venen, welche an und zwiſchen ihnen liegen, ſehr.“ Wir wollen dieſe Kräfte einzeln näher betrachten.

Was *zuerſt* die *Muskeln* und ihren Antheil an dem Laufe des Bluts durch die Venen zum Herzen

*) In ſeiner Phyſiologie. 4. Aufl. S. 185.

betrifft, so stehe hier sogleich die Behauptung des Herrn Cuvier *): „Die Muskeln verhindern mehr den Blutgang in den Venen, als dass sie ihn befördern.“ Den ältern Physiologen mussten sie mit zur Erklärung dienen: „Bei der Bewegung der Muskeln, sagt Haller, haben die Klappen in den Venen den grossen Nutzen, dass sie den ganzen Druck des Bluts nach dem Herzen hin bestimmen. Denn da Klappen da sind, so muss der Druck, welchen die erfüllten Venen beim Muskelspiele leiden, dem Blutlauf allein zu Hülfe kommen.“ **) Und noch bestimmter erklärte sich hierüber schon Harvey, indem er sagt: „Das Blut wird von den äussersten Anfängen der Venen in die kleinen Venenästchen, und aus ihnen in die grössern Stämme getrieben, und ausserdem durch die Bewegung und das Zusammendrücken der sie umgebenden Theile. Denn wenn man ein Gefäss zusammendrückt, und verengert, so muss dadurch dasjenige, was darin ist, fortgetrieben werden.“ ***) Und noch vor Kur-

*) In seinen anatomischen Vorlesungen, übers. von Meckel. B. 4. S. 26.

**) *In musculorum actione summa valvularum utilitas est, ut pressionem omnem sanguinis versus cor determinent. Postquam valvulae factae sunt, tota musculorum actio, qua venas tumentes comprimunt, unice circumeuntem sanguinem adjuvat.* S. seine grosse Physiologie B. 1. S. 205.

***) *Sanguis de porositatibus in venulas, de propaginibus in majora vasa cogitur, et insuper partium circumjacentium motu et compressione; ab omni enim continente compresso*

zem lehrte Herr Prohaska in seiner Physiologie (1810) B. 1. S. 254.: „Ausser der Zusammenziehung des Herzens und der Arterien befördert und vermehrt noch den Umlauf die Muskelbewegung; so ist die Wirkung des Zwerchfells und der Bauchmuskeln erforderlich, so die Bewegung der Muskeln aller Gliedmassen, um den Rückfluss des venösen Blutes nach dem Herzen zu befördern.“ Dasselbe sagt Hr. Burdach in seiner Physiologie S. 363. — Die Bewegungen der Muskeln können indess dem Blutlauf höchstens in den mit Klappen versehenen Venen zu Hülfe kommen; doch selbst in diesen möchten sie ihm, besonders bei stärkerm Druck eher hinderlich als beförderlich seyn. Auf jeden Fall ist sie ein bloßes Hülfsmittel, das den Lauf des Bluts durch die Venen nur unterstützen kann, da sie viel zu ungleich und unbeständig ist, um den beständigen sich gleichen Lauf des Bluts zu bewirken; auch findet sie nur bei einigen Theilen statt. Aus der Muskelthätigkeit läst sich daher der Blutlauf in den Venen keineswegs erklären.

Wenn, *zweitens*, die Physiologen von der *Kraft des Herzens und der Arterien* beim Laufe des Blutes durch die Venen sprechen, so meinen sie blos die Wirkung der *linken* Kammer, oder des *arteriellen* Herzens, ohne auf die der rechten Herzkam-

et coarctato eliditur contentum. Man sehe Harvey's *Exercitatio anatomica de circulatione sanguinis ed. Albini* 1736 pag. 21.

mer zu ſehen. Sie iſt die einzige Urſach, welche Hr. Cuvier an dem ang. Orte S. 7. von dem Rücktritt des Bluts durch die Venen zum Herzen angiebt: „Die Venen, ſagt er, ſind, groſſe Stämme ausgenommen, keiner merklichen Zuſammenziehung fähig; allein der Lauf des Bluts in ihnen wird theils durch den Anſtoſs, den es von den Arterien erhalten hat, theils durch Klappen, die alle gegen das Herz hingerichtet ſind, erleichtert, und bekommt eine beſtimmte Richtung.“ — Eben ſo behauptet Herr Autenrieth in ſeiner Phyſiologie B. 1. S. 135.: „In den Blutadern bewegt ſich das Blut gegen ſeine Schwere; die Bewegung wird erhalten durch die übrige Kraft, womit es aus den kleinſten Enden der Schlagäderchen in die Anfänge der Blutäderchen übergeht. Auch wird bei einer Anfüllung in den kleinen Blutadern das Uebergewicht der Elaſticität in den dickhäutigen Aeſten über die dünnhäutigen, mehr ausdehnbaren Stämme, welche zum Herzen zurück kehren, das Blut immer gegen das Herz zu treiben.“ Was ſich Herr Autenrieth bei dieſem zweiten Grund des Rückfluſſes des Blutes denkt, iſt mir nicht deutlich. — Eben ſo lehrt Herr Prohaska (B. 1. S. 252.): „Der Umlauf des Bluts iſt die Wirkung einer hydrauliſchen Druckmaſchine. Die Zuſammenziehung des Herzens und die darauf folgende Zuſammenziehung der Arterien, ſind die vorzüglichſten Kräfte, unter deren abwechſelndem Druck das Blut ſich immerwährend befindet, und im Kreiſe durch

die Arterien und *Venen* bewegt wird." — Dieſem widerſpricht Herr Walther, in Landshut, in ſeinem Werke B. 2. S. 5., wie es mir ſcheint, mit Recht, wenn gleich auch er die wahre Urſach verfehlt. Er ſagt: „Die Propulſivkraft des Herzens erklärt von der arteriellen Gefäſsbewegung nur einiges, aber nicht alles; die venöſe wird *durchaus nicht* hieraus erklärt; es iſt auch nicht ein Verſuch vorhanden, dieſelbe zu erklären. Die Venen würden aber gewiſs nicht im Stande ſeyn, das Blut gegen alle Schwere in die Höhe zu treiben, wenn dies nicht ſelbſt das Beſtreben hätte, auch die andere Hälfte ſeiner Kreisbewegung in der regreſſiven Richtung zu vollenden. Daher richtet ſich der Kreislauf nach keinem einzigen Geſetz der Hydraulik." Herr Walther ſchreibt aber dem Blute Beſeelung zu, und ſie ſey es, die demſelben den Impuls zum Kreislauf, beſonders durch die Venen gebe.

Die Kraft des Herzens und der Arterien (Contraktion und Stoſs) reichen nicht hin, das Blut durch die ſo feinen Haargefäſse hindurch in die eigenen Venenſtämme zu treiben, und durch dieſe die Rückkehr deſſelben zum Herzen zu bewirken. Denn *erſtens* übertreffen, wie die Phyſiologen behaupten, die Querſchnitte aller Gefäſse des Schlagaderſyſtems an der Oberfläche des Körpers zuſammengenommen, den Querſchnitt des groſsen Gefäſsſtammes am Herzen an Gröſse; es erweitern ſich alſo die Gefäſse zuſammen genommen, und es verbreitet ſich folglich die das Blut fortſtoſsende Kraft, wel-

che durch den Impuls des Herzens und der Arterien entſteht, immerfort in eine gröſsere Blutmaſſe, und muſs mithin in den einzelnen kleinen Schlagaderäſtchen immer geringer werden; welche daher auch nicht mehr pulſiren. *Zweitens* vermehrt ſich der Widerſtand, den das Blut durch Reibung gegen die Wände der Gefäſse und durch Adhäſion mit denſelben leidet, immer mehr, je enger die Kanäle werden, durch die es ſtrömt, ſo daſs die fortſtoſsende Kraft der linken Herzkammer, ſchwerlich bis über das Arterien-Syſtem hinausreichen kann. Dazu kömmt *drittens*, daſs die meiſten Arterien unter rechten und ſtumpfen Winkeln aus der Aorta gehen, wodurch gleichfalls die bewegende Kraft der Flüſſigkeit geſchwächt wird, beſonders in dieſen ausdehnbaren Kanälen. Ferner wird, *viertens*, ein Theil des circulirenden Blutes zu der Ernährung der Organe verwendet, und ſomit dem Blute entzogen, wahrſcheinlich auch das Blut während ſeines Umlaufs chemiſch verändert. Endlich iſt es *fünftens* ſehr die Frage, ob denn überall Anaſtomoſen der Pulsadern mit den Blutadern, und keine Ergieſsungen in das Zellgewebe ſtatt finden? Muſs man aber dieſe letztern zugeben, ſo iſt die Kraft des arteriellen Herzens und der Arterien nicht vermögend, das in das Zellgewebe ergoſſene Blut in die Anfänge der Venen zu treiben, und durch die Blutadern, etwa mit Hülfe der Muskeln, in das Herz zurückzubringen; vielmehr würde es ſich von Zelle zu Zelle ringsum verbreiten.

Dieſelbe Ueberlegung tritt ebenfalls bei einem andern Erklärungs-Grunde als entſcheidend wieder ein. Man beruft ſich nämlich bei der Erklärung des Hergangs in den Venen gewöhnlich auch auf den hydroſtatiſchen Satz von den *communicirenden Röhren*, in deren einem Schenkel eine Flüſſigkeit eben ſo hoch anſteigen muſs, als ſie in dem andern gefallen iſt, wenn Gleichgewicht ſtatt finden ſoll *). Allein nur wenn alle Arterien mit Venen anaſtomoſirten, und nirgends ſich frei in das Zellgewebe ergöſſen, würden Arterien und Venen den communicirenden Röhren der Hydroſtatik einigermaſen gleichen. Daſs aus den gröſsern Arterienſtämmen unzählige Aeſtchen ſeitwärts ausgehen, und daſs Verbreitungen der Arterienäſtchen wie in der Regenbogenhaut des Auges, in der weichen Hirnhaut, dem Gehirn, den Lungen und ſo weiter, ſtatt finden, würde, wenn nur alle Aeſtchen mit Venenanfängen ohne Unterbrechung zuſammenhingen, der Anwendung des Satzes von den zuſammenhängenden Röhren nicht entgegen ſeyn, wenn gleich die Geſchwindigkeit des Strömens, welche das Blut durch die Schläge des arteriellen Herzens erhielte, in dieſen un-

*) Auf dieſe Art erklärte ihn Dominic. Gulielmini (Malpighi's Schüler, Prof. zu Padua, † 1710) und überhaupt die iatromathematiſche Schule, welche die Zuſammenziehung des Herzens und der Arterien, als das einzige Agens bei jedem Kreislauf betrachtete. (Sprengel's Geſchichte der Medicin B. 4. S. 300.).

endlich feinen Aeſtchen viel zu ſehr vermindert werden müſste.

Mehrere haben gemeint, an dem Geſchäfte der Venen habe auch eine *Elaſticität* dieſer Gefäſse einen bedeutenden Antheil, ohne doch nachzuweiſen, wie ſie dieſe Wirkung haben könne. — Endlich haben einige eine *eigene Kraft* im Blute angenommen, ſich ſelbſt in den Blutgefäſsen fortzutreiben; es möchten indeſs nicht viele Phyſiologen und am wenigſten die Phyſiker geneigt ſeyn eine ſolche Kraft zuzugeben, die um nichts beſſer als die *Qualitates occultae* der ſcholaſtiſchen Phyſik zu ſeyn ſcheint. So ſagt z. B. Hr. Prof. Meckel in einer Anmerk. zu Cuvier's Werk: „Sollte nicht die dem Blute beiwohnende Propulſionskraft, auf welche Kielmeyer aufmerkſam gemacht hat, groſsen Antheil an der Bewegung des Bluts haben? Ihre Exiſtenz beweiſt die Saftbewegung in den Pflanzen, deren Schnelligkeit mit den Kräften des Zellgewebes, welchen man ſie zuzuſchreiben pflegt, durchaus in keinem Verhältniſs zu ſtehen ſcheint.“ Ueber die Anſicht des Blutlaufs von Treviranus, der in ſeiner Biologie B. 4. S. 266. u. 644., auſser der lebendigen Thätigkeit des Herzens und der Blutgefäſse, noch eine Thätigkeit in dem Blute aus einem innern Princip, als Urſache des Blutumlaufs annimmt, verweiſe ich ganz auf Kreyſig's Urtheil in dem Werke von den Krankh. des Herzens B. 3. S. 227. *) — Mit Recht ſahen alle die *Klap-*

*) Herr Autenrieth glaubt, am ang. Orte S. 237., die Ausdehnung, die das Blut durch ſeine Entmiſchung erleidet,

pen als einen unentbehrlichen Theil des Mechanismus an, der das Blut in den Blutadern zum Herzen zurückführt. Sie waren es, welche den berühmten Harvey zum Nachdenken über den Blutlauf, und zur Entdeckung des Kreislaufs führten, den er 1619 bekannt gemacht hat. Die Klappen können aber nur die Bewegung des Bluts durch die Venen zurück zum Herzen unterstützen, nicht sie hervor bringen.

Die *wahre Haupt- und Grundursache*, ja die einzige Ursache des Blutlaufs in den Venen, scheint mir *Saugkraft* zu seyn.

Das Wort *Saugen* hat eine zweifache Bedeutung in der Physik, einer Wissenschaft, mit der jeder Arzt und Physiolog, ja jeder gebildete Mann, den die Natur interessirt, vertraut seyn, und sie nach reinen Erfahrungssätzen studirt haben sollte. Die *eine* Bedeutung bezieht sich auf die Phänomene der Haarröhrchen, auf die Lehre von der Capillarität; man hat das Wort zur Bezeichnung dieser Erscheinungen nach der scheinbaren Analogie derselben mit dem eigentlichen Saugen gebraucht. In der *andern* eigentlichen Bedeutung bezeichnet Saugen: das Anlieben einer Flüssigkeit, bei Verminderung des Luftdrucks innerhalb des saugenden Kör-

als das zurückkehrende Blut beschleunigend annehmen zu dürfen. Eine vollständige Aufzählung aller Momente, die den Rückfluss des Bluts unterstützen, findet man in: Quellmalz *Disput. de adjumentis sanguinis ad cor regressus.* Lipsiae 1741. 4.

pers, durch den Druck der Atmosphäre. Nur zu oft ist jedoch das Wort *saugen* gebraucht worden, ohne dafs der, der es schrieb, deutlich eingesehen und nach physikalischen Gründen überlegt zu haben scheint, was saugen sey; man hat sich nur zu oft begnügt, die blos sinnliche Wahrnehmung damit zu bezeichnen, und in diesem Sinn hat man es gewöhnlich zu nehmen, wenn man in physiologischen Werken etwas vom Einsaugen der Gefäfse findet.

Was das Saugen in dem *ersten* Sinne betrifft, so kömmt schon bei Harvey der Satz vor: „Die Gekrösvenen saugen aus den Gedärmen den Speisesaft auf, und bringen ihn in die Leber *)." Nun saugen zwar nicht die Venen den Speisesaft auf, sondern die Lymphgefäfse, (welche man, weil die Flüssigkeit gelblichweifs aussieht, auch Milchgefäfse, *vasa lactea*, unrichtig nannte;) sie saugen ihn im Innern der Gedärme ein, und bringen ihn in die Gekrösdrüsen, von da in den Speisesaftskanal, und durch diesen in die linke Schlüsselbein-Vene und so in das Herz; wir sehen aber doch, dafs Harvey hier den Venen Saugkraft beilegt, welche mit so grofsem Eifer denselben abgesprochen worden ist, nachdem man die Lymphgefäfse kennen gelernt hatte**). „Es ist aber das Loos der Erfindungen des menschlichen Geistes," sagt Herr Prof. Sprengel in seiner Gesch.

*) *Venae meseraicae ab intestinis chylum sugunt, et in jecur deferunt.* Am ang. Orte S. 115.

**) Platneri *Quaest. Physiolog.* p. 276.

d. Med. B. 1. S. 483., „dafs sie gleich nach ihrem Entstehen, als Gegenstände der Mode, zur Grundlage mannichfaltiger Theorien und Spekulationen dienen müssen, die man in der Folge wieder verläfst, wenn die gemachten Erfahrungen berichtigt werden.“ So ging es auch mit den Lymphgefäfsen, als die Kenntnifs derselben in neuern Zeiten durch Cruikshank und Mascagni weiter verbreitet und verbessert worden war; so ging es mit der Electricität, und mit dem Galvanismus, aus dem man sogar den Lebensprocefs hat erklären wollen! Bei dem regen Eifer, der jetzt für Versuche an Thieren herrscht, und bei dem Bestreben, besonders der Physiologen im Auslande, Thatsachen und keine leeren Speculationen aufzustellen, dürfte die Zeitperiode bald erscheinen, wo man den Venen ihr Recht wieder einräumen wird, welches man ihnen vor Entdeckung der Lymphgefäfse zugestand (einsaugende Gefäfse, *vasa absorbentia*, möchte ich diese eben deshalb nicht nennen, weil auch die Venen einsaugen). Nicht, dafs ich das Aufsaugen des Speisesaftes, wie Harvey und seine Nachfolger meinten, als die Funktion der Venen ansehe, (worüber sich auch noch manches sagen liefse), sondern ich will ihnen blos die Saugkraft vindiciren, die man ihnen so sehr streitig gemacht, und wegen der man Haller mit Unrecht getadelt hat, dafs er vom Einsaugen der Blutgefäfse, z. B. in dem Darmkanal rede, wo auch die Venen mit feinen Spitzen in der Gefäfshaut

anfangen. Ihnen kömmt Saugkraft nach den Resultaten der von Home, vorzüglich aber der von Magendie und Delille angestellten, belehrenden Versuche mit allem Recht zu. Die Arbeit des erstern ist zwar noch sehr unvollkommen und mangelhaft, und giebt kein sicheres Resultat *), die Versuche

*) Home, dessen Versuche in den *Philosophic. Transact. for 1811 Part. I.* stehen, und in Reil's *Archiv für die Physiologie* B. 12. Heft 2. übersetzt sind, unterband einigen Thieren den Brustkanal (*ductus thoracicus*), und spritzte eine Flüssigkeit (Rhabarberaufguss) in den Magen. Obgleich nun den von den Lymphgefässen aufgesaugten Flüssigkeiten aller Zutritt zur Blutmasse durch jene Unterbindung versagt worden war, so zeigte sich doch die eingespritzte Substanz in dem Harn und der Galle der Thiere. Er wirft die Frage auf: Giebt es sogenannte *heimliche Gänge* von dem Magen aus zu den Nieren, Harnleitern oder der Blase u. s. w., welche schon mehrere Physiologen suchten, um die schnelle Harnabsonderung nach reichlichem Genuss von Flüssigkeiten zu erklären. (Eine weitere Erörterung der ganz unnöthigen Annahme solcher Gänge, um dies Phänomen zu erklären, gehört nicht hierher.) Herr Wollaston (siehe Gilbert's *Annalen* B. 43. S. 80.) glaubte, da er Jemand blausaures Kali eingegeben hatte und sich keine Spur davon im Blute, dennoch aber dasselbe im Harne fand, solche Gänge annehmen zu müssen. Aber auf diese noch nicht genug wiederholten Versuche, die auch noch sehr unvollkommen erscheinen, kann durchaus nicht so grosser Werth gelegt werden, dass dadurch die Lehre von der Assimilation, und der Absonderung des Harns aus dem arteriellen Blute umgestossen würde. Herr Home nimmt nun zwar keine solchen Gänge an, denn er wagt nicht jenes Phänomen zu erklären, und es ist in der That schwierig, ein Urtheil hier

der beiden letztern Phyſiologen aber ſetzen die Thatſache auſser allem Zweifel, daſs die Venen in den Gedärmen wirklich einſaugen *); eine Vermuthung, die ich ſchon bei den Home'ſchen Verſuchen gehabt hatte, und welche durch die Reſultate der Verſuche dieſer Männer bewährt wird. Daſs

zu fällen. Daſs aber jene Subſtanz, ungeachtet der Unterbindung des Bruſtkanals, dennoch in die Blutmaſſe gelangt ſey, obgleich er im Blute nichts von ihr fand, beweiſt die Anweſenheit derſelben in der Harn- und Gallenblaſe. (Es konnte nämlich entweder ein doppelter Bruſtkanal da ſeyn, oder es ergoſſen einzelne groſse Lymphgefäſse ihre Lymphe unmittelbar in die Schlüſſelbeinvene ſelbſt u. ſ. f.) Befremdet hat es mich aber, daſs bei dieſen Bemerkungen nicht mit einem Worte der Venen gedacht wurde. Sollten ſie nicht vielleicht die Aufnahme jenes Stoffs in die Blutmaſſe befördert haben? Jedoch, um hierin etwas beſtimmtes ſagen zu können, ſind genauere, oft wiederholte phyſiologiſche und chemiſch-analytiſche Verſuche, ſowohl mit dem arteriellen als mit dem venöſen Blute nöthig, denn ſie allein können hier entſcheiden.

*) Siehe Meckel's *Archiv für die Phyſiol.* B. 2. Heft 2. S. 250. Sie unterbanden ein Stück des dünnen Darmes eines Hundes ganz feſt, ſchnitten es aus dem Darmkanal aus, entfernten gleichfalls alle zu ihm gehenden Lymphgefäſse, und lieſsen daſſelbe blos noch mit einer Gekrös-Arterie und Vene in Verbindung. In dieſes Stück ſprützten ſie Upasgift ein, und brachten daſſelbe, in feine Leinwand gehüllt, wieder zurück in die Bauchhöhle. In 6 Minuten traten ſchon die giftigen Wirkungen ein. Ferner trennten ſie den Oberſchenkel eines Hundes vom Rumpfe, ſo daſs er blos noch durch die Schenkelarterie und Vene mit demſelben in Verbindung ſtand. Drauf flöſsten ſie das Gift in den Fuſs ein, und dieſelben

man während der Zeitperiode, wo man die Saugkraft den Venen abſprach, um ſie den Lymphgefäſsen ausſchlieſslich beizulegen, auch bei der Erklärung des Blutlaufs durch die Venen vom Saugen nichts wiſſen wollte, zeigt unter andern folgende Anmerk. von Meckel dem Vater zu Haller's Grundriſs der Phyſiologie S. 35 f.: „Nach dem mehr als wahrſcheinlichen Grundſatze, daſs die Mündungen der Venen gar nicht, die abſorbirenden oder lymphatiſchen Gefäſse allein einſaugen, ſcheint der Uebergang des Blutes aus den zelligen Körpern der Gebuртsglieder mehr durch den Druck ihrer äuſsern Bedeckungen (?) bewirkt zu werden, als von einer eigenen Kraft der Blutadern abzuhangen.“ Selbſt Herr Prof. Prohaska ſagt (B. 1. S. 255.): „Die Kraft des Herzens und der Arterien erſtreckt ſich bis in die Venen und bewegt ihr Blut nach dem Herzen; folglich braucht es der ſaugenden oder trinkenden Kraft nicht, welche

Wirkungen entſtanden eben ſo ſchnell. Hieraus ziehen denn jene Phyſiologen den Schluſs: daſs das Lymphgefäſs-Syſtem nicht der einzige Weg ſey, auf dem fremde Körper in das Blutgefäſs-Syſtem gelangen können; daſs eine unmittelbare Auflaugung der Venen ſtatt finde, woraus auch die Schnelligkeit der Wirkungen des Giftes erklärlich wird, da es ins Blutgefäſs-Syſtem unmittelbar gelangt. Denn ſo bald ſie die von jenen Theilen, in welche ſie das Gift eingebracht hatten, ausgehende Venen zuſammendrückten, wurde ſogleich jene nachtheilige Einwirkung aufgehoben, und ſie fand erſt nach dem Aufhören des Drucks wieder ſtatt.

Darwin in seiner Zoonomie Abschnitt 23. annimmt."

Ich glaube mich nun über die zweifache Art der Saugkraft, welche hier in Ueberlegung kömmt, hinlänglich erklärt zu haben, und will nun zuerst *die Wirkung der Venen als Haarröhrchen* erörtern. Dass ihnen diese Wirkung zukömmt, ist nicht etwa eine neue Meinung, sie rührt von dem Stifter der iatromathematischen Schule der frühern Medicin her, von Joh. Alf. Borelli († 1679) *) und galt unter den Physiologen, bis Haller die Lehre von der Reitzbarkeit auf die Erklärung des Kreislaufs anwendete. Und selbst Haller gesteht den Gefäswänden der Venen eine der Kraft der Haarröhrchen ähnliche Anziehung zu, indem er sagt: „Einige Anziehung der Gefäswände gegen die Flüssigkeiten möchte ich nicht geradezu leugnen, aber unter die Ursachen der gesetzmäsigen Bewegung des Blutes nehme ich sie durchaus nicht auf." **)

Können wir aber wohl mit Recht annehmen, dass die Venen gleich den Haarröhrchen auf das in ihnen befindliche Blut einwirken, und so dasselbe in sich fortbewegen? Darauf dient folgendes zur Antwort: Unter der Haarröhrchen-Kraft, (*Capilla-*

*) Siehe seine Schrift: *de mot. natur. a gravidit. pendente c. 8. prop. 185.*

**) *Aliquam humorum ad vasorum parietes attractionem non penitus repudiaverim, verum inter causas motus sanguinis legitimi eam attractionem utique non recipio.*

rität) verſteht man bekanntlich diejenige Anziehungskraft, welche feſte Körper in der Berührung gegen Flüſſigkeiten äuſsern, vermöge welcher ſie ſie zum Anſteigen (oder zum Niedrigerſtehen) über ihre Oberfläche bringen. So ſteigt z. B. Waſſer über ſeine ebene Oberfläche an einer Glasplatte an, die man hineintaucht, und in engen Glasröhren deſto höher, je geringer ihr Durchmeſſer iſt. Ein in Flüſſigkeiten getauchtes Haarröhrchen hebt genau im verkehrten Verhältniſſe ſeines Durchmeſſers, ein und dieſelbe Flüſſigkeit über das Niveau derſelben an; und bei verſchiedenen Flüſſigkeiten iſt die Höhe des Standes über dem Niveau in demſelben Haarröhrchen verſchieden. Daſs der Unterſchied in der Kraft, womit die homogenen und womit die heterogenen Theilchen in der Berührung ſich anziehen, allein das Agens iſt, welches dieſe Erſcheinungen in den Haarröhrchen hervorbringt, und zwar blos in der Berührung, hat beſonders Herr Laplace durch ſeine Berechnungen auſser Streit geſetzt (Gilbert's Annal. B. 33. S. 381.). In der Phyſik bedient man ſich zu Verſuchen gewöhnlich cylindriſcher Röhren von Glas, um das Anſteigen von Flüſſigkeiten in ihnen zu zeigen, und bei ihnen iſt es einerlei, welches Ende man in die Flüſſigkeit taucht. In koniſchen Röhren ſteigt dagegen eine Flüſſigkeit mehr oder weniger hoch über dem Niveau an, je nachdem man das ſpitzige, oder das weitere Ende der Röhre eingetaucht hat; und zwar genau ſo hoch, als es in einer cylindriſchen Röhre

von einerlei Durchmeſſer mit dem der eingetauchten Mündung ſteigt; alſo z. B. in einer engen koniſchen Röhre, deren weiteres Ende einen noch ein Mal ſo groſsen Durchmeſſer als das engere Ende hat, wenn das letztere in die Flüſſigkeit eingetaucht wird, noch ein Mal ſo hoch, als wenn man das weitere Ende in ſie eingetaucht hat. Nun aber ſind alle einzelnen Blutgefäſse, die Arterien ſowohl als die Venen, koniſch geſtaltet, und letztere fangen mit ihren feinen Mündungen entweder im Zellgewebe, oder aus den feinen Enden der Arterien ſelbſt an. Es muſs alſo von den Blutgefäſsen daſſelbe gelten, was von der Wirkung der koniſchen Haarröhrchen dargethan iſt *). Wegen dieſer Aehnlichkeit der kleinen Gefäſschen, die zwiſchen den Arterien und Venen mitten inne liegen, mit Haarröhrchen, und weil man ſich ihre Wirkung nach Art jener Röhrchen erklärte, gab man dieſem Theile des Gefäſs-Syſtems den Namen *Capillargefäſse*.

*) Es iſt hier ein Feld zu intereſſanten vergleichenden Verſuchen über die Stärke der Haarröhrchen-Kraft, welche zwiſchen Glas und Blut und zwiſchen Venen und Blut, im Vergleich mit der zwiſchen Glas und Waſſer ſtatt findet. Sollte noch keiner der Iatro-Mathematiker, unter denen es für ihre Zeit ſehr gute Phyſiker gab, Verſuche angeſtellt haben, durch welche die Wirklichkeit der Haarröhrchen-Kraft zwiſchen den Wänden der Blutgefäſse und dem Blute, vor Augen geſtellt, und ſo durch Erfahrung dargethan wird? denn ſolche Verſuche müſſen billig der Behauptung, daſs die Blutgefäſse auf das Blut, nach Art der Haarröhrchen, und zwar anhebend wirken, vorher gehen. *Gilbert.*

Es findet aber zwiſchen den Venen und den eigentlichen Haarröhrchen eine anſcheinend groſſe Verſchiedenheit darin ſtatt, daſs die Venen ſtets mit Blut gefüllt ſind, indeſs die leeren Haarröhrchen ſich erſt bis auf eine gewiſſe Höhe füllen, indem ſie die Flüſſigkeit anheben; daſs alſo immer ſchon eine anſehnliche Blutſäule auf dem, durch Anziehung der Gefäſswände anzuhebenden Blutstropfen laſtet, welche vom Herzen herab bis zu jenen kleinen Gefäſschen reicht. Es ſcheint, daſs unter dieſen Umſtänden alle Wirkung der Capillarität aufgehoben ſeyn müſſe; worauf unter andern Herr Prof. Sprengel aufmerkſam macht. „Es ſcheint unwahrſcheinlich zu ſeyn, ſagt er, daſs die kleinen Anfänge der Venen das Blut, gleich den Haarröhrchen, aufſaugen, denn ſie ſind immer voll und behalten nicht, wie jene, die aufgeſaugten Flüſſigkeiten in ſich.“ *) Was Hr. Prof. Sprengel aber gleich darauf hinzufügt, iſt mir nicht deutlich: „Die ſchwingende oder wurmförmige Bewegung der Capillargefäſse ſcheint mir zu bewirken, daſs die zu den gröſsern Venenſtämmen gelangenden Flüſſigkeiten leichter in dieſe leeren Gefäſse aufgenommen werden können **).“

*) *Inſtitut. Phyſiologic. t. 1, p. 408. „A vero quidem alienum eſſe videtur, minimas venas eodem modo ſanguinem attrahere, quo capillares tubi fugere liquores ſolent; ſi quidem plenae eae ſemper ſint, neque retineant humores attractos, ſicuti tubi capillares.“*

**) *„Videtur autem motus oſcillatorius ſeu periſtalticus ca-*

Für jedes Haarröhrchen und jede Flüſſigkeit findet eine gewiſſe Höhe ſtatt, über welche hinaus durch die Haarröhrchenkraft eine Flüſſigkeit nicht anſteigen kann. Saugt man es oben mit dem Munde an, ſo wird zwar dadurch, daſs man die über der angehobenen Flüſſigkeit befindliche Luft entfernt, ein Anſteigen der Flüſſigkeit über die durch die Capillarität erreichte Höhe bewirkt; aber ſo wie die Luft oben aufhört, verdünnt zu ſeyn, ſinkt ſogleich die Flüſſigkeit auf jenen Punkt herab, auf welchen ſie die Capillarität erhoben hatte. Dieſem zu Folge müſste alſo, ſollte die Haarröhrchen-Kraft der Venen die Urſach des Blutlaufs durch dieſelben ſeyn, der Punkt, bis zu welchem das Blut in ihnen durch die Haarröhrchen-Kraft, angehoben wird, das Herz ſeyn; in keinem ſolchen koniſchen Röhrchen aber vermag die Haarröhrchen-Kraft die Flüſſigkeiten ſo hoch, wie z. B. aus den Füſsen zum Herzen zu heben; auch müſste wohl die vielfach gekrümmte und verſchlungene Lage der Venen mit in Anſchlag gebracht werden. Aus dieſem erhellt, daſs der Kraft der Capillarität der Venenwände, die auch nur in den feinen Anfängen derſelben von bedeutenderer Wirkung iſt, das Anheben des Bluts zum Herzen durchaus nicht zugeſchrieben werden kann; womit ich jedoch nicht läugne, daſs nicht die venöſen

pillarium vaſorum ita agere, ut propius ad venas majores accedentes liquores in vacuas eas facilius aſſumi poſſint.“

Capillargefäfse nach ihrer eigenthümlichen Kraft wirken ſollten; vielmehr glaube ich nach Haller's Meinung, daſs ihre Kraft die Wirkung der Saugkraft des Herzens einigermaſsen mit unterſtützt *).

Ich komme nun zur *Saugkraft des Herzens, als der Haupturſache des Rückfluſſes des Blutes durch die Venen.* Herr Profeſſor Gilbert hatte in ſeinen phyſikaliſchen Vorleſungen, als er von den Saugpumpen und Druckpumpen handelte, die Idee geäuſsert, auch in dem menſchlichen Körper fänden wir in dem Herzen und dem damit verbundenen Apparat zum Blutumlauf ein Saugwerk und ein Druckwerk von bewundernswürdig vollkommenen Einrichtungen, und beide bewirkten nach denſelben Geſetzen, auf denen jene hydrauliſchen Maſchinen beruhen, den Kreislauf des Blutes durch den Körper, indem die Höhlungen des Herzens

*) Aber wie? Darauf dürfte folgendes die Antwort ſeyn. So weit die Venenſtämme und Aeſte mit Klappen verſehen ſind, reicht von dem Herzen ab, die gleich zu beſchreibende ſaugende Wirkung der rechten Herzkammer; weiter hin vertritt die Stelle der Klappen, und macht, daſs das Blut blos von den Enden der Venen nach dem Herzen zu und nicht in umgekehrter Richtung in Bewegung kommen kann, die Haarröhrchen-Kraft der engen Enden der Venen und ihrer Gefäſse; und ſie iſt es überdem, welche dieſe Gefäſse und die Anfänge der Venenäſte durch Auf- und Einſaugen des Bluts der Arterien auch da ſtets gefüllt erhält, wo keine Anaſtomoſen der Haargefäſse der Arterien mit denen der Venen ſtatt finden. *Gilbert.*

beim Erweitern, nach vorhergegangenem Zusammenpressen, saugend, gleich dem Stempel der Saugpumpen beim Heraufziehen, auf das Blut wirken, (und zwar die Höhlungen des rechten Herzens auf das Blut in den mit Klappen gleich Saugventilen versehenen Venen), beim Zusammenpressen dagegen, gleich einem Druckwerke beim Herabgehen des Stempels, das Blut aus den sich zusammenziehenden Höhlungen in andere durch Druckventile davon geschiedene, (aus der linken Herzkammer in die Arterien) pressen. Er munterte mich auf, zu versuchen, diese Idee unter seinem Beistande, im Detail, mit Rücksicht auf alles, was aus der Anatomie und der Physiologie dabei in Betrachtung komme, durchzuführen, doch erst in den Schriften der Physiologen nachzusuchen, ob diese Arbeit nicht schon auf eine genügende Weise gethan sey. Ich fange mit dem an, was ich in diesen fand.

Billig setze ich hierher zuerst die Meinung, welche mein verehrter Lehrer Herr Hofrath Platner über die Einsaugung der Venen in seinen physiologischen Vorträgen lehrt, nach einigen Hauptstellen aus dem Abschnitt seines physiologischen Werkes, den er: „von der Herrschaft des Herzens über die Venen," überschrieben hat *). „Niemand

*) Siehe seine *Quaestiones physiologicae; de imperio cordis in venas, p. 170.: Sugere venarum esse, id a nemine in dubium vocatur. Naturali et obscura animi appetitione tum venas, tum omnino vasorum absorbentium genus ad sugen-*

zweifelt, ſagt er, daſs die Venen ſaugen, ich glaube aber, daſs ſie ſowohl als die Lymphgefäſse durch ein natürliches und dunkles Begehren der Seele zum Auffaugen und Zurückführen der Flüſſigkeiten genöthigt werden.“ Und an einer andern Stelle: „Alles übrige, was die Schulen als Unterſtützungsmittel der Blutbewegung anführen, als die Pulſation der naheliegenden Arterien, die Bewegung der willkührlichen Muskeln, überhaupt jede Erſchütterung und Bewegung des Körpers, der künſtliche Bau der Klappen, iſt von der Art, daſs dadurch das Blut in den Venen ein wenig gehoben und die Fortbewegung unterſtützt werden kann. Abſtrahirt man aber von jenen bloſen Hülfsleiſtungen, ſo ſcheinen jene Momente keinen beſtimmten Einfluſs auf dieſe Naturerſcheinung zu haben. Das iſt aber gewiſs, daſs die Venen auf Geheiſs der Natur zur Auffaugung der Flüſſigkeiten angetrieben werden, welche

dos et reducendos humores trahi atque impelli, ſtatuo. Und *p. 172.: Cetera motus ſanguinis praeſidia et adjumenta, quotquot ſcholarum modo ſolent commemorari, ut vicinarum arteriarum ictus, muscularum voluntariorum actio, et omnino corporis exercitatio et ſuccuſſus, denique valvularum artificium, haec, inquam, omnia ejusmodi ſunt, ut, licet aliquantum ſublevare et ſubvehere ſanguinem in venis poſſent, tamen, ſi ab auxiliari opere diſceſſeris, nihil ſolidae facultatis ad hanc naturae actionem habere videantur. Certum eſt, venas naturae quodam juſſu ad ſugendos eos humores trahi, qui ad ſenſum ſaporis, ſi non ſuaves, certe non ingrati ſunt; ab injucundis autem, vel potius impuris, et quaſi nauſeae materiam habentibus rejici et repelli.*

dem Geſchmackſinn, wenn auch nicht angenehm, doch gewiſs nicht zuwider ſind, von den unangenehmen aber, oder vielmehr von den unreinen und ekelhaften zurückgetrieben werden.“

Was Herr Hofrath Platner eine von einer dunkeln Begehrung der Seele und einem den Venen eigenen Geſchmackſinn abhangende Einſaugung nennt, würden die Phyſiker durch gröſsere Anziehung bezeichnen, welche die Wände der Venen auf das Blut als die Blutheile unter einander in der Berührung äuſsern, und in ſo fern ſcheint dieſe Begehrung und der Geſchmackſinn auf die erſten Anfänge der Venen eingeſchränkt, und nicht dem ganzen Syſtem derſelben eigen zu ſeyn; dann aber reicht es nicht hin, das Anſteigen des Bluts durch die Venen von den Extremitäten bis zum Herzen hinauf zu erklären. Die Art, wie Herr Hofrath Platner dieſe Schwierigkeit hebt, iſt mir nicht deutlich, wenn er Seite 273. ſagt: „Haben aber die Gefäſse Neigung zu ſaugen, ſo läſst ſich die Meinung erweiſen, daſs jene Kraft nicht auf die Mündungen allein eingeſchränkt iſt, ſondern ſich auch längſt den Stämmen thätig beweiſt.“ *)

Ich durchſuchte darauf vorzüglich Haller's unſterbliches Werk, und fand endlich im zweiten Bande ſeiner Phyſiologie Seite 325. einige Zeilen,

*) *Si qua vaſis ad ſugendum propenſio eſt, eam non oribus eorum definiri, ſed per omnem tractum ad truncos usque vigere, probabilis eſt opinio.*

die auf dieſen phyſikaliſchen Grund des Blutlaufs in den Venen hindeuten, aus denen aber zugleich erhellt, daſs Haller wenig Werth auf dieſe Erklärung legte. Seine Worte ſind folgende: „Ich will nicht durchaus die Möglichkeit läugnen, daſs das Blut deſto ſchneller durch die Venen zurück kehre, weil es in einen leeren Raum eingezogen werde; auch dies ſcheint mir nicht ganz unwahrſcheinlich zu ſeyn, daſs das Blut in den rechten Vorhof, gleich als in ein leeres Gefäſs eile.“ *)

In Hildebrandt's Handbuche der Phyſiologie, welches ich nun zur Hand nahm, fand ich zwar Seite 183., die Ausleerung des Herzens angeführt, als ein Mittel, den Rückfluſs des Blutes in den Venen zu befördern, es ſcheint mir aber, daſs der Verfaſſer ſelbſt nicht recht wiſſe, wie er ſich die Entleerung des Herzens als ein Beförderungs-Mittel des Blutlaufs erklären ſolle, indem er das Saugen der Venen leugnet, und dennoch der Pfortader Saugkraft beilegt **).

Auch Blumenbach ſpricht von jener Entleerung

*) *Non penitus negavero, aliquando fieri poſſe, ut ſanguis per venas eo celerius redeat, quod in ſpatium vere inane rapiatur, deindeſanguinem in auriculam dextram, tanquam in vacuum caſtellum, approperare, ne id quidem videtur absque ſpecie veri dici.*

**) Seine Worte ſind S. 341.: „Es iſt nicht hinlänglicher Grund, zu behaupten, daſs die Pfortengefäſse gar nicht einſaugen, wenn auch andere Venen es nicht thun. Vielmehr wird durch die Verrichtung der Leber und die Gal-

des Herzens als einem Mittel den Rückfluſs des Blutes in den Venen zu befordern, und er legt mehr Werth darauf als andere Phyſiologen, drückt ſich aber ebenfalls darüber ſehr undeutlich aus. Er ſagt nämlich: „Auſser den erwähnten Kräften des Herzens beſitzt das Herz auch noch eine mechaniſche, die von ſeiner Struktur abhängt, und zur Erhaltung des Blutlaufs nicht wenig beizutragen ſcheint. Denn, ſind ſeine Höhlen in der Syſtole zuſammen gezogen, und iſt ſo das Blut ausgetrieben, ſo entſteht ein leerer Raum, in welchen, nach dem bekannten Geſetz des Ueberſtrömens die nächſte Blutwelle eindringen muſs. Da ferner die Klappen den Rücktritt der fortgetriebenen Blutwelle verhindern, ſo müſſen nothwendig jene Höhlen das aus den Venenſtämmen angelangte Blut einziehen und verſchlingen“ *). Zur Beſtätigung ſeiner Meinung führt Hr. Hofrath Blumenbach folgendes

lenabſonderung eine gewiſſe Einſaugung der Wurzeln der Pfortader wahrſcheinlich gemacht.“

*) Blumenbach *Inſtitutiones phyſiolog. pag. 100. §. 126. Praeter hactenus enarratas cordis vires, alia quoque ipſi ineſt mechanica, ab ejus ſtructura pendens, quae itidem ad ſanguinis circuitum perpetuo iterandum haud parum valere videtur. Contractis nempe ſyſtole ſua cavitatibus ejus, et ſanguine inde expulſo, vacuum oritur, in quod ex vulgata derivationis lege, vicinum ſanguinem irruere oportet; cum enim regreſſui propulſae undae valvulae obſtent, nihil ſuperaſt quam ut ſanguinem ex venarum truncis advenam deglutiant quaſi et ingurgitent,*

englische Werk an: Andr. Wilson's *Inquiry into the moving powers employed in the circulation of the blood.* Lond. 1774 p. 35., welches ich mir nicht habe zur Benutzung verschaffen können *).

Hr. Burdach sagt in seiner Physiologie S. 365.: „Die Venen bekommen an ihren peripherischen Endigungen Blut durch einen Stoss von den Arterien, welcher durch die Capillargefässe hindurch fortgepflanzt wird. Durch die Zusammenziehung des Herzens entsteht ein leerer Raum in den Venen nach dem Herzen zu, in welchen das Blut um so eher eindringt, da es durch die Arterien einen Impuls in derselben Richtung bekommt." Wie aber der so geringe Impuls das Eindringen des Blutes in die Vorhöfe befördern könne, kann ich nicht begreifen, wundre mich aber, wie es möglich seyn konnte, die Saugkraft des Herzens zu übersehen.

Von solchen mechanischen Erklärungen sind die

*) In den *Götting. gel. Anz.* vom Jahr 1775 S. 343. u. f. steht indess eine Inhaltsanzeige dieses Werks, und aus ihr will ich einiges, was mir wichtig scheint, hier anführen. Herr Andreas Wilson behauptete, das Blut habe in sich selbst eine Quelle der Bewegung, die mechanischen Kräfte reichen nicht zu, die Bewegungen im Thiere zu erklären, und die Wirkung des Herzens sey noch etwas ganz unbekanntes. Die Kraft, die das Blut durch alle zurückführenden Adern bewege, sey gröfser als diejenige, die das Blut durch die Arterien treibe. Das Herz aber unterstütze den Rückfluss des Blutes durch die Venen dadurch, dass es einen leeren Raum dem Blute der Hohladern darbiete.

neueſten Schriftſteller über Phyſiologie noch weit mehr, als ſelbſt dieſe Gelehrten entfernt, indem ſie gröſstentheils, nach der jetzt herrſchenden Mode, ſtatt wahrhaft wiſſenſchaftlichen Erklärungen der Phänomene nachzuforſchen, blos Analogieen aufſtellen, die oftmals unpaſſend ſind und nichts erklären, oft aber auch in pomphaftes Dunkel gehüllt, ganz unverſtändlich ſind. Es thut mir leid, unter ihnen einen der gelehrteſten Schriftſteller unter den Aerzten, Hrn. Prof. Sprengel zu finden. Er ſchreibt den Venen zwar ſaugende Thätigkeit zu, wie ſie ihnen aber zukomme, davon findet ſich bei ihm keine wiſſenſchaftliche, ich meine phyſikaliſche Erörterung, (denn das Saugen kann auf keine andere Art erklärt werden, als durch die Lehrſätze der Phyſik); ja er theilt ihnen ſogar auch *Polarität* zu, ein Wort, das bei aller Dunkelheit der Qualität, die es bezeichnet, den Verfaſſern der phyſiologiſchen Schriften der neueſten Zeit ſo erklärend und erſchöpfend zu ſeyn ſcheint, daſs es bei jeder Gelegenheit aushelfen muſs, wenn ſie nicht weiter zu kommen wiſſen. „So bald als die Flüſſigkeiten der Capillargefäſse, ſagt Herr Sprengel, den Gränzen der Arterien und Venen nahe kommen, werden ſie *in ihre Polarität gezogen*, und ſie folgen entweder dem Antriebe der Arterien, oder der Einſaugung der Venen *)." Seine Erklä-

*) Sprengel *Inſtitutiones phyſiolog. p. 432. Simulac humores capillarium vasculorum his arteriarum venarumque*

rung des Blutlaufs giebt er Seite 435. in folgenden Worten: „Es ist ausgemacht, dafs das Arterien-System *electrisch strahle*“ (anders läfst sich das aus den spätern lateinischen Schriftstellern entlehnte Wort, nicht übersetzen), „das Venensystem aber *magnetisch anziehe*. Beide, einander entgegengesetzt, werden durch ihren Gegensatz wirksam, in dem Herzen aber, von welchem aus der erste Antrieb kommt, vereinigen sie sich. Hierdurch wird jene grofse und höchst wichtige Untersuchung desto mehr erhellet, je unpassender alle hydraulische und mechanische Erdichtungen sind. Die wahre Ursach mufs man *in dem ausnehmenden Gegegensatze der Electricität und des Magnetismus, und in dem Verhältnifs des Herzens, als Centralorgan, zu seiner Sphäre* suchen *)“. Wie kömmt, möchte ich fragen, Herr Prof. Sprengel dazu, einen Gegensatz der Electricität und des Magnetismus auszusagen, und noch dazu einen ausnehmenden Gegensatz. Die

finibus proxima sunt, in polaritatem earum trahuntur, secuturi vel impulsum arteriosum, vel venosam suctionem.

*) *Id omnino exploratum habemus, electrice irradiare arteriosum systema, magnetice vero trahere venosum. Utrumque sibi oppositum sua antithesi efficax fieri, in corde vero uniri, a quo primus impulsus nascatur. His ergo summa illa et gravissima quaestio lucem eo clariorem accipit, quominus idonea sunt omnia ea hydraulica et mechanica commenta. Itaque vera causa in eminente illa electricitatis ac magnetismi antithesi, ac in cordis, centralis organi, ad sphaeram suam ratione quaerenda est.*

Physik weiss davon nichts; denn electrische Körper ziehen so gut wie magnetische an, beide stossen auch unter gewissen Bedingungen ab; beide wirken in einiger Entfernung wahrscheinlich nach demselben Gesetze u. s. f. Und was ist durch eine solche herbeigezogene und ganz willkührlich aufgestellte Analogie für die Erklärung gewonnen? Hr. Prof. Sprengel sagt zwar, dass diese Analogie deutlicher den Blutumlauf erkläre, als die unpassenden *Erdichtungen* der Mechanik und Hydraulik, ich muss aber geradezu das Gegentheil behaupten, denn jene Analogie ist nach den Lehren der Physik, auf die sie sich stützt, ganz unerweislich und ein blosses Gebilde der Phantasie, die mechanisch-hydraulischen Lehren von Druck- und Saugwerken aber sind nichts weniger als Erdichtungen, und ihre Anwendung auf das Herz und den Blutumlauf nichts weniger als *unpassend*.

Ich will mich nun bemühen, die Möglichkeit der Saugkraft des Herzens, welche die der Venen einzig bedingt, dadurch ausser Streit zu setzen, dass ich nachweise, wie sie mit den anatomischen Lehren vom Herzen und mit den physiologischen Lehren von der Bewegung des Herzens nicht nur besteht, sondern auf das genügendste übereinstimmt, ja über diese selbst erst helleres Licht verbreitet. Von den physiologischen Erörterungen schliesse ich aber diejenigen aus, welche die Ursache der Bewegung des Herzens betrifft; ob man diese in den Muskelfibern des Herzens selbst, abgesehen von den Ner-

ven, die in sie eindringen, zu suchen habe, oder ob man sie diesen Nerven zuschreiben müsse, welche Erörterung uns hier zu weit vom Ziele entfernen würde *).

Jeder Muskel besitzt bekanntlich das Vermögen, sich auf einen angebrachten Reitz zusammen zu ziehen, sich zu verkürzen; aus dieser Verkürzung kehrt er aber, so bald der Reitz zu wirken aufgehört hat, sogleich vermöge seiner Elasticität zurück, und dehnt sich wieder aus, nimmt den Zustand wieder an, in welchem er sich vor der Einwirkung des Reitzes befand **). Dieselben Eigenschaf-

*) Ich verweise, was sie betrifft, auf die Untersuchungen, welche vor Kurzem die Herren Le Gallois und Philips über diese Materie bekannt gemacht haben: Le Gallois *Experiences sur le principe de la vie, notamment celui des mouvemens du coeur, et sur le siege de ce principe. Paris 1812.* (*Dictionn. d. scienc. medical. T. V. p. 448—59.*) Die Abhandlung von Philips steht in dem *Philosophical Transactions for 1815 P. I. pag. 65—97. P. II. pag. 224—46.* und ist übersetzt in Meckel's Archiv für die Physiologie 2. B. 2. Heft S. 526—53. No. VIII.

**) Hierbei muss ich erinnern, dass ich keineswegs Erregbarkeit und Reaction des Muskels ohne Hülfe der Nerven behaupten wolle, wie Haller sie glaubte, der diesen Vermögen der Muskeln ohne Nerven erregt zu werden und zu reagiren, *Irritabilität* nannte; dass man vielmehr keinen Muskel ohne Nerven kenne, und dass ich alle Erscheinungen, die jene zeigen, der Thätigkeit dieser zuschreibe, daher auch den Gegensatz (die *Polarität*) nicht einsehe, welche zwischen der Sensibilität und Irritabilität seyn soll. Denn diese beiden Be-

ten besitzen auch der hohle Muskel in der Brusthöhle, das *Herz*, und die *Arterien* so wie alle übrigen Theile des Körpers, welche eine fibröse Structur besitzen.

Das Herz, das seinen materiellen Reitz in sich hat, das Blut nämlich, zieht sich durch diese reitzende Potenz erregt, zusammen. Diese Zusammenziehung des Herzens nennt man mit dem Kunstausdruck *Systole*; und die darauf folgende Ausdehnung *Diastole*. Beide Zustände folgen auf einander in regelmäßiger Abwechselung, und dauern so die ganze Lebenszeit hindurch fort. Bei der Zusammenziehung legen sich die Seitenwände des Herzens an die Scheidewand (*septum*) an, und die Spitze nähert sich dem breitern Ende, hebt sich zugleich auf-

griffe bezeichnen Erscheinungen, die von einer und derselben Urkraft, der Lebenskraft, entspringen, und blos in den durch eigenthümliche Structur verschiedenen Organen verschiedentlich sich äußern, in den muskulösen nämlich und in den Sinnesorganen. Aus diesem Gesichtspunkte betrachte ich die Muskelreitzbarkeit. Phillips glaubt zwar, aus seinen Versuchen unter andern den Hauptsatz aufstellen zu können, daß das Herz, wie alle Muskeln, eine von dem Nervensysteme unabhängige Erregbarkeit besitze, er nimmt also in dieser Hinsicht Haller's Meinung in Schutz, gegen welche Herr Hofrath Platner in dem vierten Kapitel, *de vi vitali*, seiner *Quaest. Physiol. pag. 103.* bündige Gründe aufgestellt hat. Wie einseitig es sey, die Muskel- und die Nerven-Kraft als zwei wesentlich verschiedene Grundkräfte des Thierorganismus aufzustellen, darüber äußert sich Herr Hofr. Kreysig in dem 3. Bande seines Werks S. 224.

wärts, einen kurzen Kreisbogen beſchreibend, und ſtöſst gegen den Herzbeutel in der Gegend der 5ten und 6ten Rippe. Dieſe Zuſammenziehung iſt es, welche allein den fühlbaren Herzſchlag bewirkt, der in der Minute gewöhnlich gegen 80 Mal bei Erwachſenen ſtatt findet. Jeder dieſer beiden abwechſelnden Bewegungen erfolgt ſowohl in beiden Kammern gleichzeitig, als in beiden Vorhöfen gleichzeitig, doch ſo, daſs, wenn beide Kammern ausgedehnt ſind, beide Vorkammern ſich in ihrem zuſammengezogenen Zuſtande befinden, und umgekehrt.

Wir wollen uns vorſtellen, die rechte Vorkammer ſey zuſammengezogen und erweitere ſich wieder. Da das Herz ein ſtarker Muskel iſt, durch deſſen Wände weder elaſtiſch-flüſſige, noch tropfbar-flüſſige Körper hindurchzudringen und zu entweichen vermögen, ſo muſs bei dieſer Erweiterung in der rechten Vorkammer ein luftleerer Raum entſtehen, und in dieſen würde die äuſsere Atmoſphäre vermöge ihrer Spannung ſogleich hineindringen, ſtände ihr der Weg zum Herzen offen, um den entſtehenden luftleeren Raum auszufüllen. Es ſind aber die Hohlvenen, aus welchen allein einer Flüſſigkeit Zugang in die rechte Vorkammer verſtattet iſt, mit Blut erfüllt, und es muſs daher dieſes Blut durch den Druck der atmoſphäriſchen Luft in jenen leeren Raum hinein getrieben werden *). Das Wort

*) Geraume Zeit, nach dem ich dieſe Abhandlung geſchrieben hatte, erhielt ich von Herrn Prof. Gilbert, folgende für mich

leer ist indeſs hier nicht im strengsten Sinne zu nehmen. Nach jeder Zusammenziehung einer Höhle, bleibt noch etwas Blut in ihr zurück. Nun aber enthält wahrscheinlich das Venenblut des rechten Herzens Kohlensäure. Müsste nicht, wendet man mir vielleicht ein, bei der Erweiterung desselben die-

höchst interessante Anzeige in dem *Journ. de Physique Oct.* 1815. p. 318. einer kleinen Schrift: *Dissertatio de motu sanguinis per venas, auctore* Zugenbuhler M. D., welche Anzeige ich hier im Auszuge beifüge. Der Verfasser, von der Unzulänglichkeit der gewöhnlichen Hypothesen überzeugt, nimmt seine Zuflucht zu einer andern. Er sagt: Die Wände der rechten Kammer ziehen sich in der *Systole* zusammen, um das Blut auszutreiben; durch die Erweiterung des Herzens, oder die *Diastole*, entsteht ein leerer Raum, und nach den Gesetzen des Drucks der Flüssigkeiten wird das Blut in die rechte Kammer getrieben. Man kann nicht leugnen, fährt er fort, dass in einem hermetisch verschlossenen Gefäss ein leerer Raum entstehe, wenn man die Wände ausdehnt, und dass eine mit ihm zusammengränzende Flüssigkeit sich in diesen, durch den Luftdruck getrieben, hineinstürzen werde. Nun überlege man, wie sehr das Herz einem solchen Gefässe analog ist. Es wird sich also das Herz durch den Luftdruck mit Blute erfüllen, da den ganzen Körper atmosphärische Luft umgiebt. Man muss also den Schluss machen: Dass die Hauptursache der Bewegung des venösen Blutes im Herzen selbst sey. Man muss die Bewegung des Herzens als eine wahrhafte Respiration des Blutes betrachten. Hieraus wird man leicht einsehen, dass die entleerte Hohlvene die untern Bluttheilchen bis zu sich selbst erhebt, und dass nach und nach das ganze venöse Blut dieser Bewegung theilhaftig wird.

ſe Kohlenſäure gasförmig hervorgelockt werden, wie unter dem Recipienten der Luftpumpe die Luft aus dem Waſſer beim Auspumpen? Hierauf dient zur Antwort, daſs, geſetzt auch, es ſey Kohlenſäure im venöſen Blute enthalten, ſie ſich darin gewiſs nicht als Gas befindet; und daſs, wenn auch aus dem wenigen Blute, welches in der Höhle zurückblieb, etwas Gas frei würde, dieſes nur in viel zu kleiner Menge geſchehen könne, um zu verhindern, daſs nicht ein luftverdünnter Raum in der ſich erweiternden Höhlung entſtehe, bei welchem die Wirkung im Ganzen dieſelbe bliebe. Bei der nächſtfolgenden Zuſammenziehung aber dieſer Höhlung, würde das frei gewordene Gas, durch die Compreſſion gezwungen, wieder von dem in ihr noch befindlichen Blute abſorbirt, und ſo endlich in die Lungen mit fortgeführt werden.

Bei der Erweiterung der rechten Vorkammer flieſst nicht blos das Blut in ſie ein, welches aus den untern Theilen des Körpers ihr zugehoben wird, ſondern auch das aus dem Kopfe und dem Halſe nach dem Geſetz der Schwere herabſinkende Blut. Iſt ſie hinreichend gefüllt, ſo zieht ſie ſich vom Blute gereitzt, zuſammen, und da, wie wir geſehen haben, Vorkammern und Kammern derſelben Seite des Herzens ſich ſtets im entgegengeſetzten Verhältniſs befinden, ſo iſt, ſo bald ſich die rechte Vorkammer zuſammenzieht, die rechte Herzkammer im Erweitern begriffen. Es wird alſo nun das Blut aus dem Vorhof durch die venöſe Oeffnung in den

leeren Raum der rechten Herzkammer hinein getrieben, da die dreizipfligen Klappen als Ventile wirken, welche ſich nach der Kammer zuöffnen, beim Andrange des Blutes nach entgegengeſetzter Richtung, d. h. nach dem Vorhof zu, aber ſich ſchlieſsen. Noch muſs ich bemerken, daſs, wenn ſich der rechte Vorhof zuſammenzieht, auch die Hohl-Venen an ihren obern Enden, wo ihre ringförmigen Fibern mit den Muskelfaſern der Herzſubſtanz innig verwebt ſind, ſich zuſammenziehen *). Sie beſitzen aber keine Klappen; daher muſs durch die Zuſammenziehung des Vorhofs und des obern Stücks der Hohl-Venen eine Blutwelle in ſie, bis zur nächſten Klappe herab, getrieben werden; woraus man ſich das Pulſiren der dem Herzen nahe gelegenen groſsen Venenſtämme zu erklären hat. Man überſieht hier zugleich den Nutzen der Klappen in den Venen. Sie ſollen dieſe der bezweckten Funktion der Venen entgegengeſetzte Bewegung des Blutes aufhalten **).

*) Das Gegentheil ſagt Herr Prohaſka (B. 1. S. 253.) „Die Hohladern, Lungenvenen und beide Herzkammern werden zu gleicher Zeit ausgedehnt und angefüllt, und ſie ziehen ſich auch zu gleicher Zeit zuſammen.“ Richtig dünkt mir aber Herrn Autenrieth's Widerlegung zu ſeyn, (1. B. der Phyſiol. S. 197.) wenn er ſagt: „die genaue Verbindung der Faſern der Hohl-Venen mit denen des Vorhofs beweiſt, daſs die Zuſammenziehung der Hohl-Venen in einem Zuge mit der des Vorhofs und nicht abwechſelnd wirken kann.“

**) Wie zweckmäſsig die Natur die Bauart der Klappen eingerichtet hat, und wie kräftig dieſelben wirken müſſen, hat

Ist die Anfüllung der rechten Herzkammer geschehen, so erfolgt auch hier durch den Reitz des Blutes, Zusammenziehung, und das Blut wird aus dieser Kammer durch die arterielle Oeffnung, in die Lungen-Schlagader getrieben, weil nun die dreizipfligen Klappen die venölen Oeffnung verschliefsen und dem Blute den Rücktritt in den Vorhof versagen. Die sehnigen Fäden, die sich von den innern Wänden aus in zahlreicher Menge an diese Klappen festsetzen, geben ihnen Kraft genug zu widerstehen, und das Blut selbst preist sie beim Drucke, den es leidet, zu.

Da die rechte Herzkammer dünnere Wände als die linke hat, so zieht sie sich mit minderer Kraft als diese zusammen; ihr Geschäft ist es aber auch blos, das Blut in die nahe gelegenen Lungen zu pressen, indefs die linke Herzkammer das Blut durch ihre Zusammenziehungen in die Arterien des ganzen Körpers zu treiben hat. Das Erweitern ist

vor zwei Jahren ein englischer Mechaniker Moyle vor Augen gestellt. Er richtete nämlich ein Ventil nach Art der Klappen in den Venen ein, und es schlofs, obgleich ein kleines Stückchen Holz in demselben stecken blieb, dennoch so vollkommen, dafs auch nicht ein Tröpfchen Wasser durchging. Er hatte diese Säckchen aus Rindsblase verfertigt, und sie hatten eine solche Haltbarkeit, dafs seine ganze Muskelkraft nicht hinreichte, sie zu sprengen, oder in Unordnung zu bringen. Man sehe Gilbert's *Annalen* B. 54. S. 368. f.

die eigentliche Hauptfunktion dieſer rechten Herzkammer, indeſs im linken Herzen die Zuſammenziehung die Oberhand hat. Schwerlich wird man daher Herrn Hofr. Platner beiſtimmen, wenn er behauptet: „Das Herz iſt zur Bewegung des Bluts in den Venen weder ſtark genug, noch auch geſchickt“ *); eine Ausſage, bei der blos an das linke Herz, nicht aber an das rechte gedacht zu ſeyn ſcheint, welches dieſe Funktion zu verrichten hat, und das ihr vollkommen gemäſs gebauet iſt. **)

Das Einſtrömen des Blutes in die Lungen wird durch die von der geathmeten Luft ausgedehnten Lungenzellen erleichtert, und ſo gelangt das Blut in die feinſten Endigungen der Schlagader-Zweige, die in den einzelnen dünnen Häuten der Lungenzellen mit den kleinen Anfängen der Venen und mit den Endigungen der Luftröhren-Zweige in Gemeinſchaft ſtehen. Daſs aber das Blut bei der Ausdehnung und Anfüllung der linken Herzkammer, welche

*) *Cor manifeſte ad ſanguinis motum per venas et robore caret et commoditate Quaeſt. Phyſ. p. 174.*

**) Ganz einleuchtend läſst ſich dieſer Satz auch aus dem Gange der organiſchen Herzkrankheiten, und dem anatomiſchen Beſtand nachweiſen; denn am häufigſten findet man unter allen Höhlen die rechte Vorkammer wiedernatürlich ausgedehnt, und ſo umgekehrt ſieht man die venöſe Oeffnung des linken Herzens ſehr häufig verkleinert. Man ſehe des Herrn Hofrath Kreyſig's Krankheiten des Herzens B. 2. Abtheil. 2. Seite 488. und 660.

nach der Zusammenziehung derselben erfolgt, nicht aus der Lungen-Schlagader in dieselbe zurücktreten kann, verhindern die halbmondförmigen Klappen, die sich am Anfange dieser Schlagader befinden, indem diese Säckchen durch das rückgängige Blut ausgedehnt werden, und so die arterielle Oeffnung der Kammer völlig verschliessen *). Es vermag also kein Tropfen Bluts aus dem rechten Herzen in die linke Vorkammer zu kommen, ohne durch die Lungen-Schlagader in die Lungen gebracht, und aus denselben durch die Lungen-Venen in den linken Vorhof geführt worden zu seyn. Man übersieht hieraus, wie innig die Funktion der Lungen mit dem Kreislauf zusammenhängt. Die Circulation des Blutes durch die Lungen nennt man, im Gegensatz der Circulation durch den ganzen Körper, den *kleinen Kreislauf* **). Dieser Kreislauf durch die Lungen findet im Embryo nicht statt, welcher noch nicht athmet und die Lungen noch nicht durch Luft ausdehnt, daher in ihm keine Um-

*) Den Nutzen dieser Klappen kannte schon Berengar von Carpi. Man sehe seinen *Commentar. ad Mundinum.*

**) Ueber die Undurchdringlichkeit der Scheidewand des Herzens ist im 16. Jahrhundert grosser Streit gewesen. Vesalius lehrte die Undurchdringlichkeit, und Mich. Servete bauete darauf seine Ansicht vom kleinen Kreislauf, den er 1552 vortrug. Man sehe sein Buch: *Restitutio Christianismi Libr. V. p. 169. Editio 1790.*

wandlung des Bluts, in den Lungen durch den Einfluſs der Luft ſtatt finden kann, welches der Hauptzweck des kleinen Kreislaufs iſt.

Gleich einem Waſſerthiere ſchwimmt der Embryo in dem Waſſer der Eihäute (*Liquor Amnii*), die ihn umſchlieſsen. Er erhält ſein Blut von dem Mutterkuchen aus (*Placenta*), einer zelligen Maſſe, die ihn mit dem Fruchtbehälter (*Uterus*) der Mutter verbindet, und in welche ſich ſowohl die Gefäſse des Fruchtbehälters als die des Embryo endigen. Dieſes Blut führt ihm eine Vene, die Nabel-Vene (*Vena umbilicalis*), durch den zu dieſer Zeit noch offenen Nabel zu; ſie geht zur Leber, und hier ergieſst ſich ihr Blut entweder in die Leber ſelbſt, oder in die untere Hohl-Vene, durch einen kurzen Kanal, den *ductus venoſus Arantii* *). So gelangt alſo das aus dem Mutterkuchen kommende Blut theils durch die Leber-Venen, theils durch dieſen dem Embryo eigenthümlichen Gang, in die Hohlader, und ſo in die rechte Vorkammer. Da in ihm die Lungen als Reſpirations-Organ noch nicht thätig ſind, (das zu ihrer Ernährung nöthige Blut erhalten ſie durch die Luftröhren-Schlagadern *arteriae bronchiales*), ſo geht in dem Embryo das Blut nicht aus der rechten Vorkammer in die rechte Kammer und von da in die Lungen-

*) Dieſen Kanal kannte früher, als ihn Aranzi beſchrieb, Veſalius. Siehe ſein *Examen Obſervation. Fulopp. pag. 79. 8.*

Schlagader, sondern es tritt aus der rechten Vorkammer gleich durch das *eiförmige Loch*, das sich in der Scheidewand der Vorkammern befindet, in die linke Vorkammer über. Sollte aber ja einiges Blut in die Lungen-Schlagader eingedrungen seyn, so wird es durch den von ihr zur Aorta führenden *ductus arteriosus Botalli*, in diese abgeleitet *). Das aus der rechten Herzkammer und der Aorta in alle Theile des Körpers geführte Blut, wird in dem Embryo zum Theil durch die beiden Nabel-Schlagadern (*arteriae umbilicales*), mittelst des Nabelstrangs, dem Mutterkuchen zugeführt, um daselbst umgewandelt zu werden. Es verrichten also im Embryo die Nabelvene die Arterien-Funktion, dagegen die beiden Nabelarterien die Venen-Funktion der Gefäße in den Lungen, und es vertritt der Mutterkuchen die Stelle der Lungen. Die beiden besondern Kanäle, der *ductus venosus* und *arteriosus*, verwachsen nach der Geburt zu Bändern, so wie die Nabelvene, und auch zum Theil die Nabelarterien **).

*) Diesen Gang des Blutes im Embryo kannte schon Galen und beschrieb ihn in seinem Werk: *de usu partium Libr. XVI*, Botalli maßte sich die Entdeckung jenes Kanals mit Unrecht an.

**) Geschieht dies nicht, und bleibt dieser Kanal geöffnet, was fast stets mit dem Offenbleiben des eiförmigen Lochs verbunden ist, so entstehen alle Zeichen der *Blausucht*. Man sehe Kreysig's Werk von den Krankheiten des Herzens. B. 2. Abth. 2. Seite 851.

Ich hoffe, dieſe kurze Beſchreibung des Kreislaufs des Blutes im Embryo wird dem Leſer nicht unangenehm geweſen ſeyn. Den Zweck, warum das Blut in die Lungen getrieben wird, und die Veränderungen, welche es daſelbſt erleidet, ſo wie die Theorieen, die man ſonſt vom kleinen Kreislauf hatte, genauer zu erörtern, iſt aber hier der Ort nicht. Ich verweiſe blos auf die ausführliche und ſorgfältige Darſtellung dieſer Materie vom Herrn Prof. Naſſe, in Meckel's Archiv für die Phyſiol. 2. B. 2. Heft a. a. O.

So wie der rechte Vorhof beim Erweitern ſaugend auf die übrigen Venen wirkt, ſo wird durch die nämliche Wirkung des *linken* Vorhofs des Herzens, während dieſer ſich erweitert, das in den Lungen befindliche Blut von den Lungen-Venen aufgeſaugt und in dieſen Vorhof ergoſſen; und wenn ſich der linke Vorhof dann zuſammenzieht, ſo gelangt es in die während derſelben Zeit ſich erweiternde *linke* Kammer. Beim Zuſammenziehen dieſer Herzkammer verhindern die mützenförmigen Klappen dem Blute den Rücktritt in den Vorhof; die ganze Kraft dieſes drei Mal ſtärkern arteriellen Herzens wird daher darauf verwendet, das Blut in die Aorta zu preſſen, und in ihr wird es durch den Impuls des Herzens fortgetrieben, indem jede Zuſammenziehung der Kammer durch ihren Stoſs auf die Blutmaſſe bis in die feinſten Arterien-Zweige wirkt. Da die Aorta und alle aus ihr entſpringende Arterien ſchon ganz voll Blut ſind, ſo daſs ſie im

lebenden Thier einen gröfsern Durchmeſſer haben, als im todten, ſo muſs die Blutwelle, welche die linke Herzkammer beim Zuſammenziehen in ſie wirft, ſie auszudehnen ſtreben. Verringert man daher noch den Durchmeſſer einer Arterie durch das Drücken an einen harten, feſten Körper, (beim Pulsfühlen, der Speichenarterie an die Speiche, *radius*), ſo muſs die vom Herzen aus durch die Zuſammenziehung deſſelben bewegte Blutſäule, die den innern Raum des Gefäſses genau ausfüllt, um deſto heftiger gegen die Wände drücken, und zwar periodiſch nach jeder Zuſammenziehung der Herzkammer. Der Puls, der hieraus entſteht, iſt folglich die Wirkung eines ſtärkern Strebens der Arterien, die Weite ihres Durchmeſſers, der durch den Druck vermindert war, wieder herzuſtellen. Denn bei einer blosgelegten Schlagader ſieht man keine Erweiterung und Zuſammenziehung, durch welche Annahme man ſonſt das Phänomen des Pulſes erklärte; nur bei den Schlagadern, die mit den allgemeinen Bedeckungen umgeben ſind, kann man den Stoſs, den die etwas comprimirte Arterie denſelben mittheilt, ſehen. Dies iſt mit wenig Worten die Parry'ſche Lehre vom Puls, die mit der Döllinger'ſchen gleich iſt *). Die Blutwelle, die mit jedem Herzſchlag in die Aorta getrieben wird, ſoll nach einer Berechnung gegen 5 Loth be-

*) Siehe Parry am ang. Orte S. 97. f., und Meckel's Archiv für Phyſiologie 2. B. 1. Heft.

tragen. Nimmt man nun die Blutmasse zu 30 Pfund an, und dass jedes Mal, etwa der dritte Theil des Blutes, den eine Kammer fassen kann, bei deren Zusammenziehung zurückbleibt, so werden 4 Minuten erfordert, um die ganze Blutmasse ein Mal durchs Herz zu treiben. Das in alle Organe getriebene Blut dient nicht allein zur Ernährung, sondern es werden aus demselben verschiedene Flüssigkeiten ausgeschieden, als z. B. in den Nieren Harn, in den Hoden Saamen, in den Ohr-Speicheldrüsen (*Parotis*) Speichel etc.

Ich darf diese Materie nicht verlassen, ohne noch ein Mal auf die saugende Wirkung des Herzens zurück zu kommen, und auf die Behauptung, dass die Saugkraft es sey, welche die Rückkehr des venösen Blutes zum Herzen vorzüglich bedingt. Dieses Saugen geht von dem Herzen aus, als dem Centro des Venensystems, die Venen aber sind nur gleichsam die Stiefel jener Saugpumpe, und die Klappen, sowohl des Herzens, als die der Venen, entsprechen in ihren Wirkungen den Klappen-Ventilen der Druck- und der Saugwerke *). Des-

*) Man wird mich deshalb aber hoffentlich nicht beschuldigen, dass ich, gleich den Iatro-Mathematikern die Venen für nichts besseres achtete, als die starren metallenen Saug- und Entleerungs-Röhren der Wasserpumpen und der Luftpumpen. Die Venen sind als Theile des Körpers auch der Lebenskraft theilhaftig, sind lebendige Kanäle, die in gewisser Hinsicht auch selbstständig sind, (worüber man Kreysig a. a. O. B. 1. S. 36. nachlese.) Ihre Kraft kann in einzelnen Orga-

halb war für das rechte, venöse Herz, ein solcher Muskelapparat nicht nöthig, wie wir ihn in dem linken finden, da es in demselben nicht auf Stoss

ganen, unbeschadet ihrer Abhängigkeit vom Herzen, geschwächt und gesteigert werden; sie können sich sogar zur Thätigkeit der Arterien erheben und Blut ergiessen. Eine solche Unabhängigkeit der Theile findet in der todten Maschine nicht statt, sonst würde die ganze Wirkung derselben vernichtet seyn. Darum darf bei dem Mechanismus zum Blutumlauf und bei der Verrichtung des Venensystems nie die Einwirkung der Lebenskraft übersehen werden. So wirken Gemüthsbewegungen, mechanische Reitze, so krankhafte Zustände auf dieses System ein. Und findet eine Steigerung ihrer lebendigen Kraft, eine umgekehrte Bewegung in den Venen eines Organs statt, so ist doch die Bewegung in den übrigen Organen in Tausenden von Gefäsen nach der Regel, und dadurch entsteht noch keine Hemmung des Blutlaufs. Dennoch aber müssen wir uns von diesem Gegenstande mechanische Vorstellungen machen, ohne dass wir der lebendigen Kraft jener Organe zu nahe treten. Sprechen wir nicht auch von chemischen Wirkungen im lebenden Thier? Niemand aber kann behaupten, dass die chemischen Prozesse in demselben mit denen, die ein Chemiker im Laboratorium anstellt, völlig gleich sind, und niemand wird sagen, es geschehe alles nach rein-chemischen Principien. Denn alles, was nach den Gesetzen der Mechanik und Chemie im thierischen Organismus vorgeht, wird von der Grundkraft der Organismen, von der Lebenskraft, modificirt. Kennen wir aber die mechanischen und chemischen Wirkungen in dem Organismus der Thiere nicht, so befinden wir uns in einem tiefen undurchdringlichen Dunkel; wir nehmen dann zu verborgenen Qualitäten Zuflucht, und gelangen immer sicher in das Reich der Phantasie.

und Fortreiben angesehen war, sondern auf die Bildung eines luftleeren Raumes durch die Ausdehnung seiner Höhlungen. Zwar behauptet Herr Hofrath Kreysig in seinem herrlichen Werke im 1. Bande S. 148., dass das Herz nur die erste Instanz sey, von wo der Kreislauf ausgehe, die wesentliche Bedingung, nicht aber die alleinige bewirkende Kraft; und zum Beweis dafür stellt er die Verknöcherung im Herzen auf. „Bei Verhärtung der Herzwände, sagt er S. 193., ist an keine Contraktion der Kammern zu denken, und diese Erscheinung ist für die unerklärlich, welche das Herz als die Hauptursache des Blutlaufs ansehen.“ Dieser Einwurf gegen die hier aufgestellte Ansicht ist indess nicht schwer zu heben, denn Herr Hofrath Kreysig sagt selbst im 2. Bande S. 54., dass sich in dem Falle der Verknöcherung der Kammern, die Vorkammern verdichten und sich zur Kammer konstituiren, und dass alsdann die Arterien, vorzüglich aber die Aorta, einen Theil der Thätigkeit des Herzens übernehmen. Sind aber zugleich mit den Kammern auch die Vorkammern verhärtet, was höchst selten, vielleicht nie statt finden kann, so muss der Kreislauf durchaus aufhören.

Einen Beweis für die Meinung, dass der Druck der Atmosphäre und die Ausdehnung der Herzhöhlen die Bedingungen sind, welche den Rückfluss des Blutes hervorbringen, geben uns auch noch die Erscheinungen, welche sich an Menschen zeigen, die sich auf Bergen, einem bedeutend

geringern, oder in Tiefen einem gröſsern Luftdruck ausſetzten, als dem der Atmoſphäre, wie er auf dem platten Lande iſt. Herr von Humboldt, Condamine, Sauſſure und andere, empfanden beim Erſteigen ſehr hoher Berge, und die neuern Luftſchiffer in gleich hohen Luftregionen, Engbrüſtigkeit, Herzklopfen, Anſchwellen der Adern an der ganzen Oberfläche des Körpers, ſie liefen Gefahr Blutſpeien zu erleiden, und zu den Augen und aus andern zarten Theilen drang Blut hervor; Zufälle, aus denen man deutlich erſieht, daſs der Rückfluſs des Blutes aus den Organen zum Herzen gehemmt war durch den Mangel an Luftdruck. Was die Engbrüſtigkeit anlangt, ſo entſteht ſie ebenfalls durch Ueberfüllung der Lungen mit Blut, wenn daſſelbe nicht gehörig in die linke Kammer abgeführt wird, und daraus allerdings auch Blutfluſs aus den Lungen (*Haemoptyſis*); und es begleitet eine ſolche Ueberfüllung der Lungen gewöhnlich Herzklopfen aus Mitleidenheit. Auch ſchon in den gewöhnlichen Luftſchichten entſtehen ähnliche Wirkungen von Schwächung der Luftelaſticität bei regnichter Witterung, Südwinden u. d. Man empfindet Mattigkeit, Niedergeſchlagenheit, Eingenommenheit des Kopfes: der Athem iſt ſchwer, ſeufzend; der Puls ſchnell, voll und weich; die Venen an der Oberfläche des Körpers ſtrotzen von Blut; es erzeugen ſich leicht Stockungen und Verirrungen des Blutes. Auch dieſe Phänomene ſprechen alle für den durch Ver-

minderung der Elasticität erschwerten Rückfluss des Blutes, so dass nicht allein in den Venen der Haut, sondern auch in denen der Kopfbedeckungen das Blut stockt, und so durch den Druck jene Wirkungen hervorbringt. — Dass im Gegentheil aber auch der vermehrte Luftdruck die Saugkraft vermehre, kann man an Menschen beobachten, welche in tiefen Gruben arbeiten, wo nicht selten heftiger Andrang (*Congestio*) des Blutes nach dem Herzen, überhaupt nach den innern Theilen, und daraus Hemmung der Herz- und Lungen-Thätigkeit (Ohnmacht, Schlagfluss) und Entzündung jener Theile entstehen. Es wird nämlich hier das Blut mit grosser Kraft von der Oberfläche nach den innern Organen getrieben, und sammelt sich in den grossen Venenstämmen, dem Herzen, den Lungen etc. an *).

Hiermit beschliesse ich die physiologische Erörterung der Wirkung des rechten Herzens und der Venen, und will nun ganz kurz noch die Meinungen der berühmtesten Aerzte und Naturforscher des Alterthums über das Herz und die Blutgefässe, und die Entdeckung des Kreislaufs erzählen.

Hippocrates (*400 a. C.*) macht keinen Un-

*) Ob indess nicht in diesen Gruben manches von der chemischen Beschaffenheit der Luft abhängt, und ob nicht diese auf jene krankhaften Zustände Einfluss habe, lasse ich hier unentschieden. Man sehe Sprengel's Pathologie Seite 347. (4. Ausg.) und Conradi Grundriss der Pathologie Band 1. Seite 213.

terſchied zwiſchen Schlagadern und Blutadern; das Wort φλεψ, (welches in ſpätern Zeiten die Adern bezeichnete, die das Blut zum Herzen zurückführen), gebraucht er für jedes Blutgefäſs; ἀρτηριη nannte er die Luftröhre *). — Ariſtoteles ſuchte zuerſt den Urſprung aller Adern im Herzen, und legte der groſsen Schlagader den Namen Aorta bei, und nannte das Herz den Sitz der Seele. — Praxagoras von Cos (340 a. C.) gab zuerſt den Unterſchied zwiſchen Arterie und Vene an, und ſeitdem unterſchied man die Luftröhre, die zeither ἀρτηριη genannt wurde, von den eigentlichen Arterien durch das Beiwort τραχεια, d. h. rauh, (denſelben Namen hat ſie auch in der lateiniſchen Nomenklatur behalten, wo ſie *arteria aſpera* oder *trachea* heiſst). Er entdeckte, daſs die Aeſte der groſsen Schlagader, Aorta, allein pulſirende Eigenſchaft hätten; ſie ſollten nach ihm mit Geiſt oder Luft (einem geiſtigern Blute) erfüllt ſeyn, die aus den Lungen durch die Luftwege in das Herz gekommen ſey. Derſelben Meinung war auch Eraſiſtratus. Ueberhaupt herrſchte damals in der Lehre von den Blutgefäſsen viele Verwirrung und Dunkelheit. Ob die Venen aus dem Herzen oder in der Leber entſpringen, darüber drückt ſich Herophilus ſelbſt (300 a. C.) undeutlich aus. — Eine Stelle im Galen, im Buche über die

*) Siehe Herrn Prof. Sprengel's meiſterhaftes Werk über die Geſchichte der Arzneikunde 1. B. S. 592.

Verſchiedenheit des Pulſes zeigt, daſs die Annahme der Phyſiologen neuerer Zeit, das Herz ſey eine Erweiterung ſowohl des venöſen, als auch des arteriellen Blutadersyſtems, nichts neues iſt. Rufus zur Zeit des Trajanus ſchrieb: das Herz ſey der Sitz des Lebens, der thieriſchen Wärme und der Grund des Pulsſchlags; der Puls hange vom Geiſte ab, der in der Schlagader enthalten ſey. Faſt derſelben Meinung iſt Aretaeus (80. n. C.): das Herz enthalte, ſagt er, das *Pneuma* (den Geiſt), deshalb ſey es der Sitz der Lebenskraft und der Seele; die Leber hielt er für das Hauptorgan zur Blutbereitung. Aus ihr leitete der Araber Averrhoës (*Ebn Roſchd*) die Blutadern her. Auch Fernel (1558 †) glaubte noch an die Blutbereitung in der Leber. Argentier (1572 †) leugnete ſie; das Blut wird nach ihm in den Venen bereitet, und Cardanus ſetzte hinzu, vollkommen werde es erſt im Herzen. Eine genaue Beſchreibung des Herzens und der Funktionen ſeiner innern Theile finden wir ſchon beim Berengar von Carpi, der von 1502 bis 1527 Profeſſor zu Bologna war *).

Endlich, nachdem die Aerzte 20 Jahrhunderte hindurch Theorien auf Hypotheſen gegründet hatten, und nichts von dem, was jetzt gefunden wurde, ahndeten, trat 1628. Harvey mit ſeiner groſsen, unſterblichen Entdeckung, des beſtändigen und regelmäſsigen Kreislaufs des Blutes auf,

*) Siehe Sprengel, Geſch. der Arzneik. B. 3. S. 539.

die so viel Licht auf das vorher düstere Feld der Physiologie und Pathologie verbreitet hat. Seine Neider, deren es viele gab, wollten diese Entdeckung dem Bischof Nemesius zuschreiben; dieser aber wuste von nichts anderm, als von einer steten Verbindung der Arterien, Venen und Nerven, wie sein Werk *) beweist. Einer erfrechte sich sogar zu behaupten, im *Prediger Salomo* Kap. 12. Vers 6. stehe die neue Lehre schon mit klaren Worten **). Indes findet man in der That schon bei Servet die erste Spur vom kleinen Kreislauf; und Andr. Caesalpini aus *Arezzo* († 1603) kannte den grosen Kreislauf, ohne diese Kenntnis weder von Fabricius ab Acquapendente, noch von Harvey empfangen zu haben ***). Die

*) *De natura humana cap. 24. p. 209. ed. Fell. Oxon. 1676.*

**) Blumenbach's med. Biblioth. B. 3. S. 366.

***) Er trug seine Meinung in seinem Buch *de plantis* 1571 vor, Libr. 1. pag. 3. edit. Florent. 1583 in Quarto. Seine Worte sind: „Wir sehen, dass in den Thieren die Nahrungssäfte durch die Venen, als zur Werkstätte der eingepflanzten Wärme geführt, und, wenn sie dort völlig zubereitet worden sind, dann durch die Schlagadern, durch den Antrieb des Geistes, der aus den ernährenden Säften im Herzen erzeugt wird, in den ganzen Körper vertheilt werden." *In animalibus videmus alimentum per venas duci ad cor tanquam ad officinam caloris insiti, et, adepta inibi ultima perfectione, per arterias in universum corpus distribui, agente spiritu, qui ex eodem alimento in corde gignitur.* Herr Sprengel in seiner Geschichte der Medicin B. 3.

Geschichte vom Kreislauf und seiner Entdeckung ist in Herrn Prof. Sprengel's Gesch. der Arzneik. B. 4. S. 1 — 119. abgehandelt.

Nachschrift von Gilbert.

Die Meinung, welche Hr. Cand. Schubarth in diesem Aufsatze unter meiner Leitung durchzuführen versucht hat, auf eine Art, die ihm Ehre macht, ist mit wenigen Worten folgende:

Bei dem grosen Kreislaufe des Bluts durch den Körper, wird das Ansteigen des Bluts in den mit Klappen versehenen Venen bis zu dem Herzen hinauf, der Hauptsache nach dadurch bewirkt, dass *erstens* der Vorhof der rechten Herzkammer, beim Erweitern eine luftleere (oder höchstens mit sehr verdünnter Luft erfüllte) Höhlung bildet, in die der Druck der Atmosphäre das Blut aus diesen Venen, deren Klappen sich alle nach dem Herzen zu öffnen, hinauf presst, und dass *zweitens* aus diesem Vorhof die an ihn gränzende Herzkammer, wenn sie sich erweitert und dadurch zu einem luftleeren oder luftverdünnten Raume wird, das Blut, das er aufgenommen hatte, in sich saugt. Das rechte oder venöse Herz

S. 549. bemerkte hierbei: „Ich würde keinen Augenblick zweifeln, ihn für den Entdecker des grosen Kreislaufs zu halten, wenn er mehr mit sich übereinstimmte, und wenn er von der Entdeckung der Klappen in den Venen ausgegangen wäre."

und die in daſſelbe ſich ergieſsenden Venenſtämme ſind daher ihrem Mechanismus nach mit einer Saugpumpe (abgeſehen von dem Kolben) zu vergleichen. Und noch paſſender iſt die Vergleichung des rechten Herzens mit einem, mit einem Druckwerke verbundenen Saugwerke, in ſo fern nämlich das Blut, das in die rechte Herzkammer, bei dem Erweitern derſelben und dem gleichzeitigen Zuſammenziehen des Vorhofs, eingeſogen worden, bei dem Zuſammenziehen dieſer Herzkammer, aus ihr in die durch ein Druckventil (die Klappen der arteriöſen Oeffnung der rechten Herzkammer) verſchloſſene Lungen-Schlagader und in die Lungen getrieben wird. Ein ganz gleiches Saug- und Druckwerk bilden das linke Herz und das zu demſelben gehörende Syſtem der Schlagadern und der Lungen-Venen. Wenn der Vorhof deſſelben ſich erweitert, hebt die Atmoſphäre das Blut aus den Lungen, durch die Lungen-Venen, in die ſich bildende luftleere Höhlung dieſes Vorhofs hinein, und aus ihr in den gleich darauf ſich bildenden leeren Raum der ſich erweiternden linken Herzkammer; beim Wieder-Zuſammenziehen dieſer Herzkammer aber wird das Blut mit der ganzen Muskelkraft dieſer Kammer in die Aorta und die Arterien bis in ihre feinſten Veräſtelungen herab gedrückt.

Dieſem gemäſs haben wir alſo in unſerm Körper in jeder der beiden Hälften des Herzens und in den mit ihnen verbundenen Syſtemen von Blutge-

fäſsen ein Saug- und Druckwerk, welche in beſtändiger Thätigkeit ſind, und in ihrer Arbeit nicht unterbrochen werden können, ohne daſs das Leben in Gefahr kömmt. Ein jedes dieſer beiden Saug- und Druckwerke beſteht: *erſtens* aus zwei ſich abwechſelnd erweiternden und zuſammenziehenden hohlen Räumen, die gleichzeitig ſtets in entgegengeſetzter Bewegung ſind, wie die beiden Kammern eines doppelten Blaſebalgs unmittelbar an einander gränzen, und durch ein Klappenventil zuſammenhängen, welches ſich aus der mit den Venen in unmittelbarer Gemeinſchaft ſtehenden ſaugenden Höhlung (dem Vorhof) nach der mit den Arterien verbundenen Höhlung des ſaugenden Druckwerks (der Herzkammer) zu öffnet, nach entgegen geſetzter Richtung verſchlieſst; *zweitens* aus einem Apparat von Saugröhren, die ſich in die ſaugende Höhlung ausmünden, und von denen die, in welchen das Blut durch Saugen angehoben werden muſs, mit mehreren Saugventilen unter einander verſehen ſind; und *drittens* aus einer durch ein Druckventil, wie die Steigröhren der Druckwerke, verſchloſſenen Röhrenleitung, welche von der zweiten Höhlung ausgeht, und in welche die Kraft, die dieſe Höhlung zuſammenzieht und verkleinert, das Blut mit einer ſolchen Gewalt hineindrückt, daſs es durch alle Veräſtelungen der Röhrenfahrt bis an das Ende derſelben hindurch muſs. Die beiden *Vorhöfe* ſind die ſaugenden Höhlungen; die beiden *Herzkammern* aber die Theile, welche die Stelle

der Kolbenröhren in den Druckwerken vertreten, indem sie von den Vorhöfen durch ein Saugventil, von den Schlagadern durch ein Druckventil getrennt sind, und beim Erweitern sich saugend mit Blut aus den Vorhöfen füllen, beim Zusammenziehen aber das eingesogene Blut in die Schlagadern hineindrücken; die Blutadern oder *Venen* (gewissermafsen auch der Vorhof beim Zusammenziehen) vertreten die Stelle der Saugröhren des Saugwerks; die Schlagadern oder *Arterien* aber, die Stelle der Steigröhren, und die *Klappen* der arteriellen Oeffnung der Herzkammer, die Stelle der Druckventile des Druckwerks. Der Vorhof des linken Herzens, in welchen sich die vier Lungen-Venen ausmünden, ist das Saugwerk, die Kammer des rechten Herzens, aus welcher die Lungen-Schlagader ausgeht, das saugende Druckwerk für den *kleinen* Kreislauf des Blutes durch die Lungen; dagegen ist der rechte Vorhof mit den beiden grofsen Hohlvenen das Saugwerk, und die linke Herzkammer mit der Aorta das Druckwerk für den *grofsen* Kreislauf des Bluts durch den ganzen übrigen Körper. Bei dem kleinen Kreislauf genügte ein einziges Saugventil, welches sich an der Ausmündung des linken Vorhofs in die linke Herzkammer befindet (die Klappen der venösen Oeffnung dieser Kammer); denn das Blut, welches durch die Lungen-Venen dem Herzen zufliefst, wird bei aufrechter Lage des Körpers nicht angehoben, sondern geht in fast horizontaler Richtung aus den Lungen zu dem nahen Her-

zen. Eben so wenig bedurften der Ventile die obere Hohlvene, und die in ihr sich ausmündenden Blutadern, in denen das Blut vom Kopfe zum rechten Vorhof herabsinkt. Dagegen sind in der untern Hohlvene und den übrigen Blutadern, in welchen das Blut aus den untern Theilen des Körpers und aus den Armen diesem Vorhof zugehoben wird, viele säckchenförmige Saugventile unter einander angebracht. Dass die linke Herzkammer wenigstens drei Mal stärkere Muskeln als die rechte hat, erforderte die weit gröfsere Kraft, welche nöthig ist, das Druckwerk für den grofsen Kreislauf als das für den kleinen Kreislauf in Bewegung zu setzen.

Eine Schwierigkeit, welche dieser Theorie entgegen zu seyn scheint, ist in der vorstehenden Abhandlung nicht berührt worden. Bei den gewöhnlichen Saugpumpen lastet die Atmosphäre auf der Oberfläche des Wassers, in welchem die Saugröhre mit ihren starren Wänden steht, und presst das Wasser in den luftleeren Raum, der beim Hinaufziehen des Kolbens in der Kolbenröhre entsteht, bis zur Höhe von etwa 30 Fuss hinauf. Dieses findet nicht auf ähnliche Art bei den Venen statt. Denn *erstens* endigen sich diese in Haargefäfsen, welche sich entweder in dem Zellgewebe verlieren, oder mit den Arterien-Enden unmittelbar zusammenhängen; und *zweitens* sind die Wände der Blutgefäfse nicht fest und starr, sondern biegsam, müssen also, wenn der Druck, den sie von aufsen und der

den sie von innen her leiden, gleich zu seyn aufhören, nachgeben, und also etwas zusammengedrückt werden, wenn beim Bilden eines luftleeren Raums in dem sich erweiternden Vorhof, der Druck von innen vermindert wird. Mit diesen Verschiedenheiten von den gewöhnlichen Saugpumpen besteht indeſs recht gut die saugende Wirkung des Herzens und der Venen. Die Venen leiden nämlich den Druck der Atmosphäre in ihrer ganzen Länge von aufsen her, theils unmittelbar (in den mit Luft gefüllten Höhlungen), theils mittelbar (in allen weichen Theilen, die dem Drucke der äufsern Luft und der Luft in dem Körper nachgeben), und dieses ist der Fall bis zu den Enden ihrer Capillargefäfse hinab; dafs dann aber die saugende Wirkung des Herzens bis zu diesen äufsersten Enden herab reichen müsse, beweist die Erfahrung, dafs sich die feinsten Thermometer mit haarförmigen Röhren durch Verdünnung der Luft in ihrer Kugel, also mittelst des Luftdrucks, mit Queckfilber füllen lassen. Durch die Haarröhrchen-Wirkung dieser Anfänge der Venen wird den Stämmen das arterielle Blut stets mit einer solchen Kraft zugehoben, dafs die während des Erweiterns des Vorhofs etwas erschlafften Venen während der nächsten Zusammenziehung desselben wieder eben so stark von Blut angeschwellt werden, als sie es zuvor waren *). Und wenn die Capillar-

*) Die Muskelkraft der Vorhöfe scheint daher fast nur zum Erweitern derselben zu dienen, und ihr Zusammenziehen mehr

gefäfse der Venen mit denen der Arterien unmittelbar zusammenhängen, so könnte hierzu auch noch der Druck dienen, der das Blut in den Schlagadern vom Heszen ab, bis in ihre feinsten Anfänge fortschiebt. Dafs aber diese letztere Kraft dazu nicht nöthig ist, beweisen die Lymphgefäfse, deren capillare Anfänge blos durch Haarröhrchen-Kraft sich voll saugen, und deren mit Klappen gleich den Venen versehenen Stämme, alle in einen sich vereinigen, der sich in eine der grofsen Venen ausmündet, und alles aufgesogene, durch die Saugkraft des rechten Herzens gezwungen, in sie ausgiefst.

Noch füge ich hier einige physikalische Bemerkungen über den Kreislauf des Bluts durch die Arterien bei, und zwar über die Art, wie die *linke* Herzkammer und die für den grofsen Kreislauf bestimmten Schlagadern das Blut durch sich bis zu den Venen forttreiben, und wie dabei der *Pulsschlag* entsteht; Fragen, deren richtiger Beantwortung sich

ein Zusammenfallen zu seyn, durch den Austritt des Bluts aus ihnen in die erweiterten Herzkammern bestimmt. Dagegen werden die Herzkammern wahrscheinlich noch mit gröfserer Muskelkraft zusammengezogen als erweitert, da sie beim Zusammenziehen nicht blos die Reibung gegen die Wände der sich verengernden Röhren, sondern auch die ganze Haarröhrchen-Kraft der Mündungen der Capillargefäfse der Arterien zu überwinden haben, und nur durch den Ueberschufs ihrer Kraft über diese Widerstände das Blut in den Arterien forttreiben können.

mehrere Physiologen zwar genähert haben, die keiner aber, so viel ich weiss, mit ganz deutlicher und vollständiger Einsicht in das Physikalische der Sache entschieden hat.

Die Parry'sche Erklärung des Pulses ist im Ganzen richtig, doch unklar ausgesprochen, und unnöthigerweise in ein gelehrt klingendes Dunkel gehüllt, hinter welchem Viele mehr suchen, als dahinter ist, und daher Schwierigkeiten finden, wo keine sind. Durch eine Flüssigkeit, welche ein Gefäss ganz erfüllt, pflanzt sich ein Druck, den sie an einem Theile ihrer Oberfläche leidet, nach allen Richtungen durch die ganze Flüssigkeit so fort, dass jeder Theil der Wände von derselben Grösse, als der unmittelbar gedrückte Theil, einen Druck von derselben Grösse als dieser leidet. Der Druck, mit welchem die sich zusammenziehende Herzkammer das in ihr befindliche Blut in die Aorta treibt, muss daher durch alle Stämme der Schlagadern hindurch sich fortpflanzen; und einen je grössern Theil einer Arterienwand man in das Blutgefäss von aussen hinein drückt, einen desto grössern Druck von innen gegen die Arterienwand muss man während der ganzen Zeit der Zusammenziehung der Herzkammer fühlen; während der Erweiterung derselben keinen. Dieses ist das *Pulsiren* der Schlagadern an Stellen der Verengerung. Jeder, der seinen Puls befühlt, kann sich überzeugen, dass er in keinem momentanen Stosse, sondern in einem die

Dauer eines Herzschlags lang fortwährenden Druck besteht.

Die Wände der Schlagadern sind biegsame Körper, welche gleich den Darmsaiten, mit denen sie ihrer Natur nach viel Aehnliches haben, und gleich den Trommelfellen, durch Spannung elastisch werden. In dem lebenden Körper sind sie mit Blut so stark angefüllt, dass sie eine bedeutende Spannung und Elasticität besitzen. Nach den Versuchen Parry's hatte die blosgelegte Carotis eines Widders im lebenden Zustande 26, 5 Minuten nach dem Tode nur 19 vierzigstel Zoll im Durchmesser. Die linke Herzkammer presst, indem sie sich zusammenzieht, etwa 5 Loth Blut in die Aorta hinein, und das in einer Zeitdauer von $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ Sekunde. In steifen Röhren wäre dieses unmöglich, da die Haar-Röhrchen-Kraft die engen Mündungen der Capillargefäse der Arterien, für eine so kurz dauernde Wirkung, so gut als verschliesst; die biegsamen Wände der Schlagadern geben aber dem Drucke, der auf sie wirkt, nach. Sie schwellen auf, die nächsten bei der Herzkammer zuerst, da bis zu ihnen sich der Druck am ersten fortpflanzt; und da zu dieser Wirkung ein Theil der bewegenden Kraft verbraucht wird, so muss der Druck gegen die Arterienwände (also auch der Puls) weiter ab vom Herzen immer geringer werden. Indem aber die Aorta und die nächsten grosen Arterienstämme durch das Blut, das die linke Herzkammer in sie hinein

preſst, anſchwellen, wächſt die Elaſticität ihrer Wände; und hört daher dieſer Grund während des Wieder-Erweiterns der Herzkammer auf, ſo ziehen dieſe groſsen Schlagadern ſich wieder bis zu ihrer vorigen Weite zuſammen, und ſchieben eine der hineingepreſsten gleiche Blutmenge, in die entlegenen Theile dieſer Schlagadern und ihre Veräſtelungen hinein. Hört aber die Wirkung der Aorta und der ihr nächſten Schlagadern auf, ſo iſt die Herzkammer wieder im Zuſammenziehen begriffen, und wirkt nun wieder auf die ganze Blutmaſſe in den Arterien vorwärts treibend, mit dem Ueberſchuſſe ihrer Kraft über den der Elaſticität der aufſchwellenden Arterienſtämme, (alſo weiter vom Herzen ab mit kleinerer). Daher wird das Blut in den entlegenern Theilen der Arterien immerfort mit ziemlich gleicher Kraft vorwärts bewegt, abwechſelnd durch die ſich verengernde linke Herzkammer, und die geſpannte in den Zwiſchenzeiten (der Erweiterung der Herzkammer) ſich wieder zuſammenziehenden Stämme der Aorta und der nächſten groſsen Schlagadern. Aus dieſem Grunde läſst ſich nicht erwarten, in dieſen entlegenern Theilen der Arterien ein abwechſelndes, dem Herzſchlag entſprechendes Anſchwellen und Zuſammenziehen wahrzunehmen; dieſes findet nur in der Aorta und den ihr nächſten groſsen Arterienſtämmen ſtatt, welche während des Zuſammenziehens der linken Herzkammer anſchwellen, und während des Erweiterns

derſelben ſich zuſammenziehen müſſen *). Wenn man ſie, und nicht die entlegenen Schlagadern entblöſte, ſo würde man eine ſolche abwechſelnde ſchwellende und zuſammen ſinkende (ſo weit ſie ſichtbar iſt, gleichzeitige) Bewegung derſelben unſtreitig wahrnehmen **). Zugleich erhellt aber auch hieraus, warum man nur an Verengerungen entlegener Arterien den Puls fühlen kann.

*) Selbſt an der entblöſten Carotis, einer unmittelbar von der Aorta, doch unter einem rechten Winkel abgehenden, und in dem Halſe ſenkrecht aufſteigenden Schlagader, konnte Herr Parry bei ſorgfältigen Mikroſkopiſchen Meſſungen kein Erweitern und Verengern wahrnehmen. Dagegen fand er, daſs ſie bei dem Zuſammenziehen der linken Herzkammer ſich vom Herzen abwärts, beim Erweitern derſelben nach dem Herzen zuwärts nach der Länge bewegte. Dieſe ihm auffallende und unerklärliche Bewegung iſt ein offenbarer Beweis des abwechſelnden ziemlich bedeutenden Anſchwellens und Zuſammenſinkens der Aorta an der Stelle, von der die Carotis aus ihr abgeht, wodurch dieſe ihrer Länge nach herunter gezogen wurde, und ſich dann wieder zurück bewegte.

**) In wie weit Herrn Magendie's Verſuche, die ich in den Nachrichten der diesjährigen Vorleſungen, in der Pariſer Akademie der Wiſſenſchaften erwähnt finde, dieſe meine Theorie beſtätigen, erhellt aus dem flüchtigen Berichte nicht. Es ſollen ihnen zu Folge die Arterien keine Reitzbarkeit, aber einen hohen Grad von Elaſticität beſitzen, und ſich während der Zuſammenziehung der linken Herzkammer erweitern, nachher durch elaſtiſche Rückwirkung zuſammen ziehen, [welches aber wahrſcheinlich nur von der Aorta und den nächſten Arterienſtämmen bei ihr gilt.]

Nach Verſuchen, auf welche ſich Herr Araldi bezieht *), ſteigt das Blut in einer nahe bei der Aorta angebrachten Röhre bis zu einer Höhe von 9 Fuſs; eine Druckhöhe, welche faſt dem dritten Theile der des Luftdrucks in unſern Gegenden gleich iſt, und ungefähr eine Kraft von 5 Pfund vorausſetzt, womit jeder Quadratzoll Oberfläche der Aorta im Mittel von innen ſtärker als von aufsen her gedruckt wird, und alſo auch in ihrem Drucke gegen das Blut, den Luftdruck überwiegt. Noch bedeutend ſtärker muſs der Druck ſeyn, den die linke Herzkammer beim Zuſammenziehen gegen das Blut äuſsert. Zu einem Waſſerſtande von 9 Fuſs Höhe über eine kleine Oeffnung eines Gefäſses gehört eine Geſchwindigkeit des Ausſtrömens von 24 Fuſsen; dieſes würde daher die Geſchwindigkeit des Blutes in den Arterien und Venen ſeyn, litte es in ihnen in ſeiner Bewegung kein Hinderniſs. Ebenfalls nach Verſuchen, welche Herr Araldi anführt, beträgt aber die wirkliche Geſchwindigkeit womit ſich das Blut in der Aorta nahe beim Herzen fort bewegt, nur $\frac{1}{8}$ bis 1 Fuſs. Von der bewegenden Kraft, mit welcher das Blut von dem Herzen in die Schlagadern getrieben wird, geht alſo bei weitem der gröſste Theil in ihnen verloren. Urſachen davon ſind: *erſtens* das Nachgeben der elaſti-

*) In einer Abhandlung über die Kraft des Herzens und ſeinen Einfluſs auf den Blutumlauf, in den Mem. della Soc. Ital. delle Sci. t. 11. und 15. 1810.

ſchen Wände der vom Blute ſtark geſpannten Aorta und der nächſten Schlagadern bei derſelben; dieſer Verluſt iſt aber ſchon abgerechnet, da die beobachtete Druckhöhe nicht zu dem Druck der linken Herzkammer ſelbſt, ſondern zu dem mittlern Druck einer Schlagader unweit der Aorta gehörte. *Zweitens* die Reibung des Bluts gegen die Wände der bis zu Capillargefäſsen ſich verengernden, dabei aber doch ſich ſo veräſtelnden Arterien, daſs die Summe der Mündungen aller dieſer Haargefäſse gröſser als der Querſchnitt der Aorta ſeyn ſoll, *Drittens* endlich die Haarröhrchen-Kraft, mit welcher die Mündungen dieſer Haargefäſse die in ihnen enthaltene Flüſſigkeit zurück halten, und dem Ausfliefsen aus dieſen Mündungen entgegen wirken *). Je weniger die zweite Urſach die Geſchwindigkeit des Bluts in den Arterien bis auf $\frac{1}{32}$ der, welche der Druckhöhe in der Aorta entſpricht, zu vermindern vermag, deſto mehr muſs dieſe dritte Urſach daran Antheil haben. Man ſieht daher, daſs ich wohl nicht mit Unrecht der Haarröhrchen-Wirkung der venöſen Haargefäſse es zuſchreibe, daſs die durch die ſaugende Wirkung des Vorhofs etwas entleerten Venen, ſchnell wieder von Blut und Lymphe eben ſo voll gefüllt werden, als ſie es zuvor waren. Dieſe das Blut in den Arterien-Ver-

*) Vorausgeſetzt, daſs ſie mit den Venen nicht anaſtomoſiren, in welchem Fall der Kraftverluſt nicht ſchwieriger zu erklären iſt.

äſtelungen mächtig zurückhaltende, und die etwas entleerten Blut- und Lymph-Gefäſse ſchnell wieder füllende Haaröhrchen-Kraft, (welche das Reſultat der gröſsern Anziehung iſt, die die Gefäſse auf das Blut und die Lymphe, als die Theile dieſer Flüſſigkeiten auf einander ſelbſt, in der Berührung äuſsern), ſpielt daher in der Oekonomie des thieriſchen Körpers eine ſehr wichtige Rolle. In den Arterien mindert ſie die zu groſse Geſchwindigkeit welche das Herz dem Blute ertheilt, und macht, daſs es langſam genug aus ihren Haargefäſsen austritt, um zu den Funktionen benutzt werden zu können, zu welchen es beſtimmt iſt; und in den Venen und Lymphgefäſsen kömmt ſie durch beſtändiges Auſſaugen und durch Füllen derſelben vermöge ihrer Veräſtelungen, der ſaugenden Wirkung des Herzens zu Hülfe, macht dieſe bleibend möglich, leitet die nährenden Proceſſe ein, und verhindert Unordnungen, die durch Ergieſsungen von Flüſſigkeiten in das Zellgewebe und in die Zwiſchenräume der feſten Körper entſtehen würden.

Mögen dieſe phyſikaliſchen Erörterungen über Grund-Phänomene der Phyſiologie, mit die Veranlaſſung geben, daſs die Aerzte die mechaniſchen Grundlehren der Phyſik wieder gründlicher und ſorgfältiger ſtudiren, als es in den neueſten Zeiten in Deutſchland zu geſchehen pflegte.

Leipzig den 20. Sept. 1817.

L. W. Gilbert.

V.

Entdeckung des Kobalt im Meteor-Eisen.

Ein Zufall führte mich heute in eine Buchhandlung, als gerade das neueste Heft (6) von Gilbert's Annalen der Physik mit der Post angekommen war, in welchem Herr Prof. Stromeyer in Göttingen die Anzeige macht, dass er in Meteor-Eisen von dem Vorgebirge der guten Hoffnung Kobalt entdeckt, und dieses schon am Ende des vergangenen Jahres der Göttinger Gesellschaft der Wissenschaft mitgetheilt habe. Ein Versuch, Klaproth's, fügt er hinzu, in welchem das geglühte Nickel des Meteor-Eisens eine abweichende Farbe zeigte, deute zwar schon auf die Gegenwart des Kobalt hin, allein man habe vor seiner Entdeckung darüber nichts gewisses gewusst.

Diese Notiz veranlasst mich, öffentlich bekannt zu machen dass ich bereits *im vergangenen Jahre den Kobalt im Sibirischen Meteor-Eisen entdeckte*, und zwar zu einer Zeit, da noch kein Chemiker die Gegenwart desselben ahndete, und auch nicht ein Mal entfernt die Rede davon war. Ich schied das Kobaltoxyd daraus so rein, dass ich die schönste sympathetische Dinte damit darstellte. Zwar habe ich meine Analyse bis jetzt noch nicht bekannt gemacht, weil der 6. Band meiner chemischen Schriften durch Zögerung der Verlagsbuchhandlung nicht erschienen ist; allein in dem ersten Bande meines chemischen Wörterbuchs, welches im Winter dieses Jahres zu Leipzig die Presse verlassen hat, habe ich im Artikel *Eisen* die von mir aufgefundene Mischung eingerückt, und Herr Geh. Rath Leonhard, Professor Lenz, so wie in Berlin Herr General Helwig, und Prof. Erman u. s. m. werden bezeugen können, dass ich ihnen meine Entdeckung schon vor langer Zeit mittheilte, ja selbst die Bitte hinzufügte, in Ihren Schriften Nachricht davon zu ertheilen, weil ich es wegen gemachten Erfahrungen zuvor befürchtete, dass ein anderer mir das Prioritätsrecht streitig machen werde.

Uebrigens findet man schon im 5. Bande meiner chemischen Schriften Berlin 1811 No. 35. S. 274. eine Eisenmasse erwähnt, von welcher man glaubte, dass sie Meteor-Eisen sey, worin ich vielleicht schon 2 oder 3 Jahre früher, etwa 1808 oder 1809, das Kobalt entdeckte; allein dies war selbst dem Hrn. Prof. Chladni bei seinem Hiersеyn im verg. Jahre noch nicht bekannt.

Sollte Herr Prof. Stromeyer das Kobalt (neben dem Nickel und Eisen), ohne von meiner Analyse zu wissen, aufgefunden haben, so war dieses eine Bestätigung dessen, was ich vermuthete, nämlich, dass auch den feinsten Analysen jenes Metall in andern Meteor-Eisen entgangen sey; sollte derselbe aber zuvor durch einen Andern aufmerksam darauf gemacht seyn, welches sich fast aus seinen Worten: *Man habe vorher nichts Gewisses darüber gewusst,* vermuthen lässt, (denn Klaproths Glühungsarbeit des Nickels, welche mir übrigens ganz unbekannt ist, konnte weder irgend einen Chemiker, noch diesen grossen Meister selbst, zu jener Präsumtion führen), so würde dadurch das Räthsel leicht gelöst seyn.

VI.

Auszug aus einem Schreiben des Hrn. Regierungsr. le Plat.

Merseburg den 6. Sept. 1817.

Sie haben in dem 5. diesjährigen Stück Ihrer Annalen der Physik einige lehrreiche Versuche über das Besetzen des Pulvers beim Sprengen der Steine etc. bekannt gemacht. Ich darf mir daher wohl erlauben, hier dazu als Beitrag noch zu erwähnen, dass das *Besetzen mit trockenem Flusssande* von mir bereits im Jahre 1791 beim Sprengen einiger Wurzelstämme von starken Eschenbäumen mit gutem Erfolg angewandt worden ist, nachdem alle übrigen Arten des Besetzens versucht und ohne Wirkung gewesen waren. Damals habe ich mich über diesen Gegenstand weiter nicht geäussert, weil Praktiker von ihren Ausführungen gewöhnlich nicht gern sprechen, und noch viel weniger darüber schreiben, obschon sie es zur Beförderung der Wissenschaft thun sollten. Jetzt wird das Besetzen des Pulvers mit lockerm Sande zum Sprengen des alten Mauerwerks beim Bau der sogenannten Schieferbrücke über die Saale bei Halle mit Vortheil benutzt.

Tf. I.

Fig. 1.

Fig. 2.

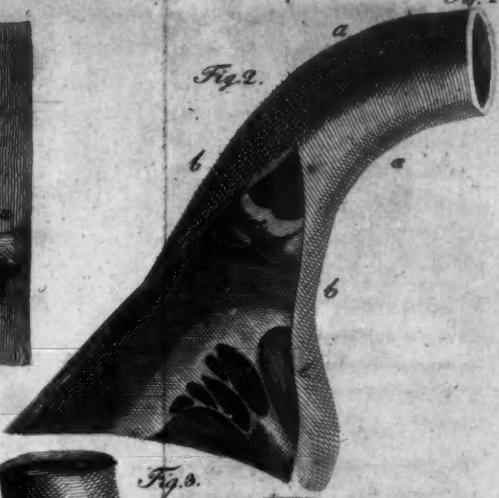
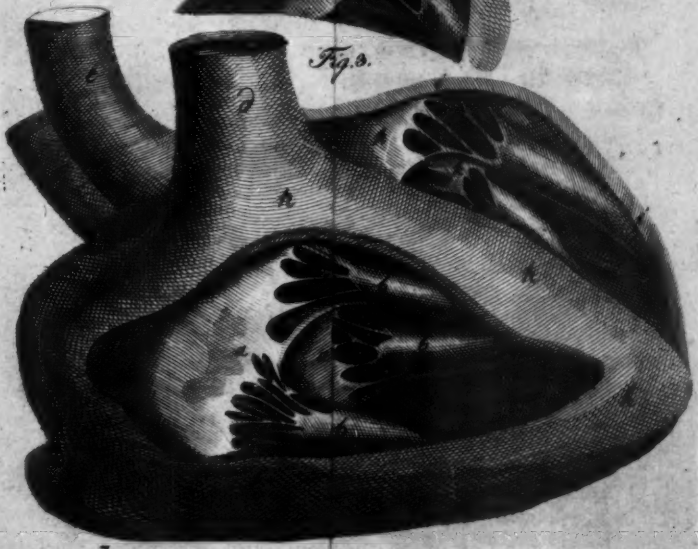


Fig. 3.

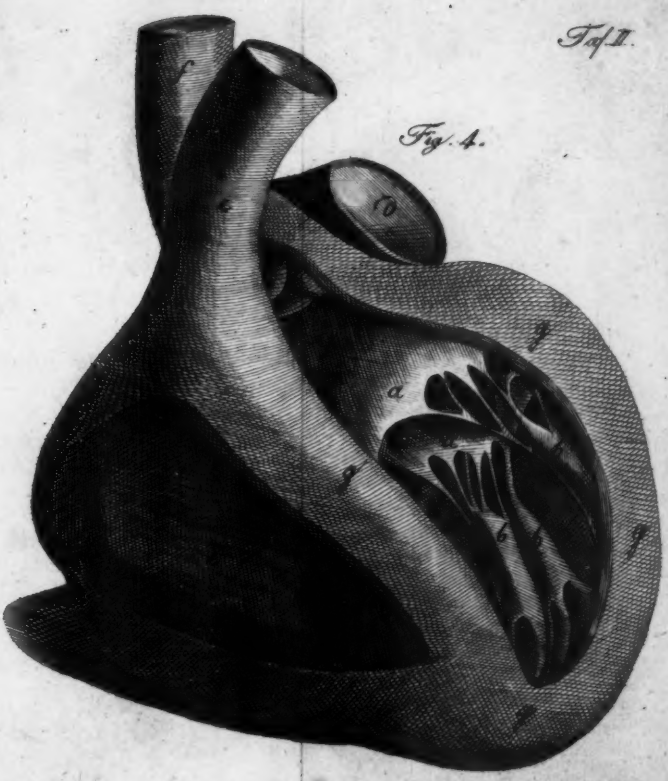


Aug. Pr.

Gilbert's Ann. d. Phys. 27. B. 1 St.

Taf II.

Fig. 4.



Aug. Bo.

Gilb. N. Ann d. Phys.
27 B. 1 St.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1817, ZEHNTES STÜCK.

I.

Ueber Unabhängigkeit der Meteorsteinfälle und der Feuerkugeln von Jahres- und Tageszeiten, von den Himmelsgegenden, von der geographischen Lage, vom Wetter und von bestimmten Perioden,

von

E. F. F. Chladni.

„Sie erhalten hierbei," schrieb mir Herr Chladni, einen Aufsatz über die Unabhängigkeit der in der Ueberschrift genannten Natur-Erscheinungen von mancherlei Dingen, von denen sie nach den phantastischen Begriffen Mancher sollen abhängig seyn. Die Ausarbeitung war etwas mühsam, und es ist beschwerlich, Zeit und Mühe, welche man auf die Entdeckung oder den Vortrag von Wahrheiten anwenden könnte, dazu verwenden zu müssen, falsche Behauptungen zu

Da es für wahre Naturforschung eben so nachtheilig ist, wenn man zwischen Dingen eine Beziehung finden will, wo keine ist, als wenn man wirklich vorhandene Beziehungen verkennen will, so habe ich einige sonst besser anzuwendende Zeit und Mühe darauf verwendet, die mir bekannt gewordenen Begebenheiten dieser Art nach den Monaten, Tageszeiten, Himmelsgegenden u. s. w. zu ordnen, um zu zeigen, was von einigen Behauptungen wahr oder falsch ist. Bei jeder Begebenheit habe ich das Datum und die übrigen Umstände, so gut ich konnte, berichtigt, und wissentlich weder etwas hierher gehörendes weggelassen, noch etwas fremdartiges eingemengt. Die Angabe der genauern Umstände mancher weniger bekannten Begebenheiten, so wie auch die Anzeige der Quellen, verspare ich auf das gröfsere Werk über Meteormassen, woran ich jetzt arbeite, kann aber, wenn jemand an der Richtigkeit einer Angabe zweifeln sollte, auch früher weitere Auskunft geben.

I. Unabhängigkeit dieser Ereignisse von den Jahreszeiten.

Ganz unbegreiflich ist es, wie in den *Annales de Chimie* Vol. 85. p. 267., in der *Bibliotheque britannique* V. 59. p. 182., und auch noch sonst in einigen deutschen und andern Zeitschriften, hat können behauptet werden, dafs von 65 bis 70 damals bekannt gewesenen Meteorsteinfällen, zwei Drittheile sich sollen im Juni, Juli und August ereignet ha-

ben, und daſs in einem Sommermonate mehrere Meteormaſſen ſollen gefallen ſeyn, als in allen Wintermonaten. Um dieſer Behauptung ein Ende zu machen, ordne ich hier zuerſt die beobachteten Meteorſteinfälle und hernach die Zahlen der andern mir bekannt gewordenen Feuerkugeln nach der Folge der Monate.

Meteorſteinfälle im Januar: 1328 Mortahiah, 1496 Forli, 1583 Abruzzo, 1622 Devonſhire, 1697 Siena, 1796 Belaja Zerkwa, 1810 Nordamerika, = 7.

Im *Februar:* 1647 Zwickau, 1671 Schwaben, 1780 Fabbriano (vielleicht im Januar), 1785 Eichſtädt, 1796 Portugal, 1814 Bachmut, = 6.

Im *März:* 1491 Crema, ? 1564 Brüſſel, 1583 Piemont, 1596 Crevalcore, 1636 Schleſien, 1654 Fühnen, ? 1718 Lithy, 1798 Sales, 1805 Doroninsk, 1806 Alais, 1807 Timochin, 1811 Poltawa, 1813 Calabrien, = 11 bis 13.

Im *April:* ? 1540 Limouſin, 1621 Lahore, 1628 England, 1780 England, 1795 Ceilon, 1803 L'Aigle, 1804 Glasgow, 1808 Parma, 1812 Toulouſe, 1812 Erxleben, = 9 bis 10.

Im *Mai:* 1397 Minden, 1520 Aragon, 1552 Schleuſingen, 1561 Torgau, 1580 Nörten, 1677 Ermendorf, 1680 London, 1698 Waltring, 1751 Agram, 1791 Toscana, 1806 Hantſhire, 1808 Stannern, = 12.

Im *Juni:* 1164 Meiſſen, ? 1528 Augsburg, 1668 Verona, 1706 Lariſſa, 1722 Freiſingen, 1723 Böhmen, 1794 Siena, 1805 Conſtantinopel, 1809 bei Nordamerika, = 8 bis 9.

Im *Juli*: 1249 Quedlinburg, ? 1539 Schlesien, 1581 Thüringen, ? 1635 Calce, 1753 Tabor, 1755 Calabrien, 1766 Modena, 1790 Barbotan, 1803 East Norton, 1810 Ostindien, 1811 Burgos, = 9 bis 11.

Im *August*: 852 Tabaristan (vielleicht auch im Juli), 1021 in Afrika (vielleicht auch im Juli), 1642 Suffolk, 1647 Stolzenau, 1650 Dordrecht, ? 1766 Novellara, = 5 bis 6.

Im *September*: 1511 Crema, 1753 Brescia, 1768 Maine, 1775 Rodach, 1808 Schottland, 1808 Lissa, 1813 Irland, 1814 Agen, = 8.

Im *Oktober*: 1304 Friedland, 1634 Charollois, 1674 Schweitz, 1738 Avignon, 1740 Rasgrad, 1760 Constance, 1787 Charkow, 1791 Cornwallis, 1803 Apt, 1815 Langres, = 10.

Im *November*: 1492 Ensisheim, 1548 Thüringen, 1637 Provence, 1768 Maurkirchen, 1773 Aragon, 1810 Orleans, 1814 Ostindien, = 7.

Im *December*: 856 Egypten, 1586 Verden, ? 1642 Ungarn, 1740 Grönland (vielleicht im Jan. oder Febr. 1741), 1795 Yorkshire, 1798 Bengalen, 1803 Eggenfelde, 1807 Connecticut, = 7 bis 8.

Also sind Meteorsteinfälle beobachtet worden, im Januar 7, im Februar 6, im März 11 bis 13, im April 9 bis 10, im Mai 12, im Juni 8 bis 9, im Juli 9 bis 11, im August 5 bis 6, im September 8, im Oktober 10, im November 7, im December 7 bis 8. Es ergiebt sich daraus, dass die Sommermonate hierin nichts vor andern Monaten voraus haben, da noch dazu der August einer von den Mo-

naten ist, wo man die wenigsten Meteorsteinfälle beobachtet hat. Ueberdies ist es ganz natürlich, daſs in Monaten, wo die Tage nicht gar zu kurz sind, und wo viele Menschen bei der Feldarbeit oder sonst sich im Freien befinden, mehrere dergleichen Ereignisse von denen, die nahe am Orte des Falles sind, müssen beobachtet werden, als zu andern Zeiten.

Was nun *andere Feuerkugeln* betrifft, bei denen man keine niedergefallenen Massen habhaft geworden ist, so finde ich in meinem Verzeichnisse im Januar 20, im Februar 17, im März 25, im April 18, im Mai 16, im Juni 8 (also gerade in diesem Sommermonate am wenigsten, weil um diese Zeit die Tage am längsten sind, und also die Helligkeit verhindert, manches Meteor zu sehen), im Juli 20, im August 22, im September 17, im Oktober 18, im November 24, im December 20. Hier haben also die Sommermonate vor den Wintermonaten auch nichts voraus; im Gegentheile sind in einigen Monaten, wo die Nächte länger dauern, mehrere gesehen worden, weil manche dergleichen Meteore am Tage bei hellem Sonnenscheine oder bei bewölktem Himmel nicht bemerkt, oder für etwas anderes, als für das, was sie sind, gehalten werden.

Wenn man nun die Meteore, von welchen wir Massen erhalten haben, mit den übrigen zusammen rechnet, so finden sich für den Januar 27, für den Februar 23, für den März 34 bis 36, für den April

27 bis 28, für den Mai 28, für den Juni 16 bis 17, für den Juli 29 bis 31, für den August 27 bis 28, für den September 25, für den Oktober 28, für den November 31, für den December 27. Auch bei dieser Zusammenstellung zeigt sich nicht die mindeste Bestätigung der vorher angeführten Behauptungen, und es hat im Allgemeinen keine Jahrszeit hierin etwas vor den andern voraus.

II. Unabhängigkeit von den Tageszeiten.

Um eine angebliche Beziehung der Meteorsteinfälle auf Tageszeiten nachzuweisen, hat man behauptet, dafs nur 7 zwischen Mitternacht und Mittag (und noch dazu nur zwischen 8 und 11 Uhr Vormittags) sich ereignet haben, und dagegen nur 1 zwischen 11 Uhr Abends und 6 Uhr früh. Auch dieses ist aber ungegründet, und zeigt nichts weiter, als dafs diejenigen, welche so etwas sagen, theils die Beobachtungen nicht genug kennen, theils auch das, was nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit statt finden kann und mufs, nicht gehörig in Anschlag bringen. Es ist nämlich ganz natürlich, dafs des Nachts, wo aufser Schildwachen, Nachtwächtern und Postillons, die alle kein Interesse und keine Zeit haben, der Sache weiter nachzuforschen, selten jemand im Freien, und noch seltener jull jemand nahe bei der Stelle des Falles ist, — bei weitem nicht so viele Meteorsteinfälle können beobachtet werden, als am Tage, und besonders des Nachmittags,

wo sich viele Menschen im Freien befinden. Indessen sind, diese ungünstigen Umstände ungeachtet, auch des Nachts und am Morgen genug dergl. Ereignisse beobachtet worden. Ich gebe hier ein nach den Tageszeiten geordnetes und von 6 zu 6 Stunden abgetheiltes Verzeichniss der Meteorsteinfälle:

Zwischen Mitternacht und 6 Uhr Morgens. Ungefähr um oder bald nach Mitternacht: 1668 Verona (nicht etwa um 8 Uhr, wie gesagt worden ist), 1811 Poltawa. Zwischen 1 und 2 Uhr: 1548 Thüringen. Zwischen $5\frac{1}{2}$ und 6 Uhr: 1808 Stannern. Des Nachts, ohne genauere Bestimmung der Stunde: 1110 Armenien, 1586 Verden, 1647 Zwickau, 1740 oder 1741 Grönland, 1782 Turin. Bei den beiden des Nachts gefallenen Feuerkugeln, 1678 bei Frankfurt, (wo das Feuer nach Aussage der Schildwache noch $\frac{1}{4}$ Stunde lang auf der Erde geglimmt und gedampft hat,) und 1800 in Nordamerika, (wo die Erde aufgerissen und Pflanzen verkohlt und verbrannt waren,) würde man die Masse gefunden haben, wenn man gehörig nachgesucht hätte. Also in Summe 9 bis 11 Meteorsteinfälle, nachdem man es mehr oder weniger genau nehmen will *).

*) Hier habe ich 2 mündlich erhaltene Nachrichten nicht mit gerechnet, die eine von einem sehr glaubwürdigen Freunde, welcher vor mehreren Jahren auf einer Reise im sächsischen Erzgebirge des Nachts ein Stück von einem Feuermeteor nicht weit von dem Wagen hat niederfallen sehen, hierauf ausgestiegen und dicht neben der noch glühenden Masse gewesen ist, aber leider sie nicht mitgenommen hat; die andere, wo

Von 6 Uhr Morgens bis um 12 Uhr Mittags. Um 6 Uhr, 1636 Schlesien; um 6½ Uhr, 1807 Nordamerika; zwischen 7 und 8 Uhr, 1795 Ceilon; 8 bis 9 Uhr, 1634 Charollois, 1654 Fühnen, 1815 Langres; 9 bis 10 Uhr, 1496 Forli, 1813 Irland; 10 bis 11 Uhr, 1637 Vaisen, 1775 Rodach, 1803 Apt, 1803 Eggenfelde; 11 bis 12 Uhr, 1492 Eusisheim, 1614 Agen. Ohne genauere Bestimmung als des Morgens, 1621 Lahore, und Vormittags, 1804 Glasgow. Zusammen 16. Also haben wir zwischen Mitternacht und Mittag nicht etwa 7, sondern mehr als 25 beobachtete Meteorsteinfälle, und von denen zu Anfange der nächsten Abtheilung, wo die Mittagszeit angegeben ist, kann man bei manchem Ereignisse eben sowohl vermuthen, dass es sich etwas vor 12 Uhr, als dass es sich nach 12 Uhr zugetragen habe.

Von Mittag bis um 6 Uhr Abends. Um Mittag: 1647 Stolzenau, 1671 Schwaben, 1740 Rastgrad, 1750 Coutances, 1773 Aragon, 1814 Bachmut. Zwischen 12 und 1 Uhr: 1785 Eichstädt, 1803 L'Aigle, 1810 Parma. Zwischen 1 und 2 Uhr: 1581

ein Postillon in Thüringen vor einigen Jahren des Nachts ein Stück eines zersprungenen Feuermeteors dicht neben dem Wege in einen Graben voll Wasser fallen gesehen hat, und die Pferde davon scheu geworden sind. Ich erwähne beide Fälle nur als Beispiele, wie so manche Ereignisse dieser Art des Nachts nicht gehörig beobachtet werden, so dass also daraus durchaus nicht auf eine geringere Zahl derselben zu schliessen ist. *Chladni.*

Thüringen, 1753 Breſſe, 1810 Orleans. Um 2 Uhr: 1680 Nörten, 1810 Nordamerika. Um 3 Uhr: 1706 Lariſſa, 1787 Charkow. Um 3½ Uhr: 1722 Freiſingen, 1795 Yorkſhire, 1808 Liſſa. Von 4 bis 5 Uhr: 1642 Suffolk, 1738 Avignon, 1768 Maurkirchen, 1768 Maine, 1812 Erxleben, 1814 Oſtindien. Von 5 bis 6 Uhr: 1596 Crevalcore, 1628 Berkſhire, 1758 Agram, 1766 Modena, 1805 Sibirien, 1806 Alais. Hierzu kommen noch ohne genauere Beſtimmung, als des Nachmittags: 1622 Devonſhire, 1723 Pleskowitz, 1807 Rußland, 1813 Calabrien. Zuſammen 35, alſo mehr als in einem andern Viertheile des Tages, aus dem Grunde, weil um dieſe Zeit mehrere Menſchen im Freien ſind, und alſo Gelegenheit haben, dergleichen Ereigniſſe zu beobachten.

Von 6 Uhr Abends bis um Mitternacht. Ohne genauere Beſtimmung, als des Abends: 1677 Ermonsdorf. Von 6 bis 7 Uhr: ? 1766 Novellara, 1798 Sales. Von 7 bis 8 Uhr: 1698 Waltring, 1794 Siena. Von 8 bis 9 Uhr: 1753 Tabor, 1798 Oſtindien, 1811 Spanien, 1812 Toulouſe. Um 9 Uhr, 1780 England. Von 9 bis 10 Uhr, 1790 Barbotan. Um 11 Uhr 1809 bei Nordamerika. Alſo nur 10 bis 12, weil um dieſe Zeit weniger Menſchen im Freien und nahe bei dem Orte des Fallens ſind. Daſs aber deshalb nicht weniger dergleichen Meteore vorhanden ſind, ſieht man daraus, weil um dieſe Zeit die meiſten *Feuerkugeln* ſind beobachtet worden, welches auch gar nicht anders ſeyn kann,

Wenn nämlich zu jeder Tageszeit ungefähr gleich viele dergleichen Massen bei uns anlangen, und sich in unserer Atmosphäre hernach als Feuermeteor zeigen, so müssen nothwendig die meisten solcher Meteore beobachtet werden, wenn es dunkel ist, weil sie alsdann, der Himmel sey heiter oder bewölkt, durch ihr Licht allgemeine Aufmerksamkeit erregen. Des Abends, so lange die Menschen wachen, wird man mehrere beobachten, als späterhin des Nachts, wenn die meisten schlafen. Am Tage bemerkt man nur die wenigen Meteore, die durch ein ausserordentlich starkes Licht oder Getöse auffallen, oder bei denen just zufällig die Augen der Beobachter nach der Stelle der Erscheinung gerichtet gewesen sind. Viele werden auch von Unkundigen alsdann für etwas anderes gehalten, z. B. die brennende Feuerkugel für ein lichtes, und der Rauch und Dampf für ein dunkles Wölkchen, (welches schon zu vielen unrichtigen Behauptungen und Verdrehungen der Sache Anlass gegeben hat), und bei bewölktem Himmel hat man das Getöse und noch manche andere Wirkung bisweilen einem Gewitter zugeschrieben. Es kann also gar nicht anders seyn, als dass des Abends die meisten Feuerkugeln gesehen werden; des Nachts, wenn die meisten Menschen schlafen, nicht so viele; und am Tage noch weniger. Und so ist es auch. In den von mir gesammelten Nachrichten von *Feuerkugeln*, deren Massen wir nicht habhaft geworden sind, finden sich: Um Mitternacht 6; des Nachts, ohne ge-

nauere Angabe der Zeit 3; von 1 bis 2 Uhr 6; von 2 bis 3 Uhr 5; von 3 bis 4 Uhr 7; ein Paar Stunden vor Sonnenaufgange, ohne genauere Bestimmung der Zeit 3, von 4 bis 5 Uhr 4; von 5 bis 6 Uhr 3; um 6 Uhr 3; des Morgens ohne genauere Angabe 1; um 8 Uhr 1; um 9 Uhr 1; von 10 bis 11 Uhr 2; von 11 bis 12 Uhr 5; um Mittag 1; um 1 Uhr 3; um 2 Uhr 1; von 3 bis 4 Uhr 2; von 4 bis 5 Uhr 2; von 5 bis 6 Uhr (wo es hier und da schon dunkel gewesen ist), 8; von 6 bis 7 Uhr 13; von 7 bis 8 Uhr 26; von 8 bis 9 Uhr 22; des Abends, ohne genauere Angabe 6; von 9 bis 10 Uhr 22; von 10 bis 11 Uhr 19; von 11 bis 12 Uhr (wo schon viele Menschen schlafen), nur 9.

III. Unabhängigkeit von den Himmelsgegenden.

Es ist schon behauptet worden, die Meteore, welche niedergefallene Massen gegeben haben, und wohl auch andere, bewegten sich gewöhnlich im magnetischen Meridian, und hätten auf diesen eine Beziehung. Aber auch dieses ist nichts weiter als ein Spiel der Einbildungskraft, und bestätigt sich in der Erfahrung ganz und gar nicht. Ich ordne hier die Richtungen der beobachteten Meteorsteinfälle (mit Weglassung derer, bei denen sich gar zu viele Widersprüche in den Angaben finden), nach den Himmelsgegenden, und sodann auch die Richtungen anderer Feuerkugeln, woraus sich dann ganz das Gegentheil ergeben wird.

Meteorsteinfälle von Norden: 1722 Freisingen, 1807 Nordamerika, 1810 Orleans. Von Westen: 951 Augsburg, 1548 Thüringen, 1583 Piemont (ging nach O., mufs also wohl von der entgegengesetzten Seite gekommen seyn), 1668 Verona, 1751 Agram, 1798 Ostindien, 1805 Sibirien. Von SW. 1795 Yorkshire. Von SO. 1790 Barbotan, 1803 Laigle, 1812 Erxleben. Von Osten: 1621 Lahore (wenigstens hat man das Getöse von dorther gehört), 1794 Siena, 1798 Sales, 1812 Toulouse (ging nach W.). Von NO. 1782 Turin, 1808 Stannern, ? 1815 Langres (wenigstens schien das Getöse von dort zu kommen).

Hier sieht man ganz offenbar, dafs mehrere Meteorsteinfälle von W. oder von O. gekommen sind, als in einer andern Richtung, und dafs also keine Beziehung auf den magnetischen Meridian statt findet.

Eben so wenig hat auch bei andern *Feuerkugeln* eine Weltgegend einen besondern Vorzug vor den andern. Von denen, die sich in meinem Verzeichnisse finden, sind gekommen von N. 12; (die meisten werden gewöhnlich von denen, die es mit der Richtung nicht sehr genau nehmen, den Hauptweltgegenden zugeschrieben); von NNW. 2 bis 3; von NW. 7 bis 9; von WNW. 2; von W. 10; von WSW. 2; von SW. 10; von SSW. 4; von SgW. 1; von S. 8; von SSO. 2; von SO. 8; von O. 9; von ONO. 2; von NO. 7; von NNO. 4; von NgO. 1.

IV. Unabhängigkeit von der geographischen Lage.

Unter die ganz aus der Luft gegriffenen Behauptungen gehört auch die, dafs die Menge der Meteorsteinfälle mit der Annäherung an den Aequator zunehmen soll, da vielmehr in der Nähe des Aequators bei weitem nicht so viele beobachtet worden sind, als in mehreren weit davon entfernten Ländern. Wenn die meisten in Deutschland, Frankreich, England und Italien beobachtet worden sind, so liegt der Grund blos darin, weil es dort mehrere gebildete Menschen giebt, die Sinn für Naturbeobachtungen haben, und weil mehrere Mittheilung durch Zeitschriften statt findet, als in vielen andern Ländern. Es folgt aber daraus gar nicht, dafs anderwärts nicht auch auf einer eben so grofsen Ausdehnung des Landes oder des Meeres ungefähr eben so viele Meteorsteinfälle sich könnten ereignet haben; nur werden sie uns meistens nicht bekannt. Ich ordne hier die beobachteten Meteorsteinfälle nach den Ländern, und zwar von 1600 an, weil aus frühern Zeiten nur aus wenigen Gegenden Beobachtungen dieser Art geliefert worden sind, die also nicht dazu dienen können, hierin ein Land mit dem andern zu vergleichen. So mufs man auch, um die Beobachtungen aus Ländern, wo man viel später angefangen hat, Nachrichten dieser Art gehörig mitzutheilen, z. B. aus Rufsland und aus Nordamerika, mit andern zu vergleichen, alles andere auch ungefähr erst von einer noch neuern Zeit

an in Anſchlag bringen. Wir haben beobachtete Meteorſteinfälle ſeit dem Jahre 1600: In *Deutſchland* 16 bis 17; nämlich 1618 in Böhmen, 1636 Schleſien, 1647 Zwickau, 1647 Stolzenau, 1671 Schwaben, 1677 Ermendorf, 1722 Freiſingen, 1723 Böhmen, ? 1743 Böhmen, 1753 Böhmen, 1768 Maurkirchen, 1775 Rodach, 1785 Eichſtädt, 1803 Eggenfelde, 1808 Stannern, 1808 Liſſa, 1812 Erxleben. In *Frankreich* 14; 1634 Charollois, 1637 Vaiſien, (nun ein ganzes Jahrhundert ohne eine Beobachtung, vermuthlich, weil man befürchtete, ſich lächerlich zu machen, wenn man ſagte, es ſey etwas vom Himmel gefallen, weshalb auch die nächſtfolgende Begebenheit für einen vulkaniſchen Ausbruch erklärt worden iſt), 1738 Avignon, 1750 Coutances, 1753 Breſſe, 1768 Maine, 1798 Sales, 1803 Laigle, 1803 Apt, 1806 Alais, 1810 Orleans, 1812 Toulouſe, 1814 Agen, 1815 Langres. In *England* und was dazu gehört, 15; 1622 Devonſhire, 1628 Berkſhire, 1642 Suffolk, ſpäterhin bei Copinſha, 1680 London, (nun beinahe ein Jahrhundert ohne eine Beobachtung, wahrſcheinlich aus demſelben Grunde, wie in Frankreich), 1779 Irland, 1780 Nottingham, 1791 Cornwallis, 1795 Yorkſhire, 1802 Schottland, 1803 Eaſt Norton, 1804 Schottland, 1806 Hantſhire, 1813 Irland, 1816 Sommerſetſhire. In *Italien* 11 bis 13; 1635 Calce (ungewiſs), in einem nicht angegebenen Jahre zu Mailand, 1668 Verona, 1697 Siena, 1755 Calabrien, 1766 Modena, 1766 Novellara (ungewiſs), 1780

Fabbriano; 1782 Turin, 1791 Toscana, 1794 desgleichen, 1808 Parma, 1813 Calabrien. In der *Schweitz* 2; 1674 und 1698. In *Rufsland*, erft von neuerer Zeit an zu rechnen, 6; 1787 Charkow, 1796 Belaja Zerkwa, 1805 Sibirien, 1807 Timochin; 1811 Poltawa, 1814 Bachmut. Aus manchen andern europäifchen Ländern, wo wahrfcheinlich mehrere Fälle fich mögen ereignet haben, find uns fehr wenige bekannt geworden, und auch diefe gröfstentheils durch Fremde. In *Spanien* 2; 1773 Aragon, 1811 Burgos. In *Portugal* 1, 1796; in *Pohlen* 2, einer in Warfchau und einer in Volhynien; in *Dänemark* 1, 1654 in Fühnen. (Im März 1817 find wahrfcheinlich nahe dabei Meteorfteine in die Oftfee gefallen.) Aus *Schweden* ift gar keiner bekannt geworden, unftreitig aus dem Grunde, weil man zu wenig darauf geachtet hat, und weil es uns zu fehr an Mittheilung aus dortigen Gegenden fehlt, indeffen haben wir von dort einige Nachrichten von Feuerkugeln. In *Ungarn* 1, 1751 Agram. In *Holland* 2, beide zu Dordrecht, aufserdem vielleicht noch einer bei Mydrecht. In der *europäifchen Türkei* 3; 1706 Larifsa, 1740 Rasgrad, 1808 Conftantinopel. Aufser Europa: in *Oftindien* 5; 1621 Lahore, 1795 Ceilon, 1798 Benares, 1810 Shabad, 1814 Doab. Auf dem *Meere* 2. In und bei *Nordamerika*, erft von neuerer Zeit an zu rechnen, 3; 1807 Weflon, 1809 auf ein Schiff, 1810 Caswell County. In *Grönland* ein fehr grofser in einer Winternacht zwifchen 1740 und 1741 (welcher wohl

manchem nicht recht in seine Idee passen wird, weil er 1) in einer so hohen Breite, 2) im Winter, 3) des Nachts gefallen ist). Wo ist also hier nur die mindeste Bestätigung der vorher erwähnten Behauptung, dass die Menge der Meteorsteinfälle mit der Annäherung an den Aequator zunehme?

Mit *andern Feuerkugeln* ist es eben so, und die meisten Beobachtungen haben wir aus solchen Ländern, wo man am aufmerksamsten darauf gewesen ist, und sich bestrebt, alle Naturbegebenheiten sogleich in wissenschaftlichen und andern Zeitschriften bekannt zu machen. Dieses ist am meisten der Fall in *England*, von wo ich aus den *Philos. transact.* aus den physikalischen Zeitschriften von Tilloch, Nicholson und Thomson, aus dem *Gentlemans magazine*, dem *Monthly magazine* u. s. w. vom Anfange derselben bis auf die neuesten Zeiten, wenigstens von 62 seit dem Jahre 1700 beobachteten Feuerkugeln Nachrichten gesammelt habe. Besserer Vergleichung wegen rechne ich hier auch alle andern Beobachtungen von derselben Zeit an, nämlich von 1700. In *Deutschland* und der *Schweitz* sind mir ungefähr 48 bekannt, in *Frankreich* 27, in *Italien* 10, in *Dänemark* 3, in *Schweden* 7, in *Portugal* 3, in *Nordamerika* 8, in *Mexico* 3 u. s. w.

V. Unabhängigkeit vom Wetter.

In Hinsicht auf einen angeblichen Einfluss des Wetters, welches auf dergleichen Ereignisse gar

keinen Einfluſs hat, und auch keinen haben kann, iſt der Natur zum Trotz behauptet worden, es habe ſich kein Meteorſteinfall bei wolkigem Himmel oder bei Regen ereignet. Freilich beobachtet man die meiſten Meteorſteinfälle bei heiterm Himmel, aus dem Grunde, weil man bei bewölktem Himmel das Meteor nicht ſieht, und weil, wenn es regnet, weniger Menſchen im Freien ſind, und man auch alsdann den Fall der Steine, die Riſſe in der Erde, das Aufſteigen des Dampfes oder Staubes u. ſ. w., nicht ſo weit ſehen kann. Indeſſen iſt doch auch bei einigen beobachteten Meteorſteinfällen der Himmel mit Wolken bedeckt geweſen, z. B. den 13. Dec. 1795, den 13. März 1807, den 10. April 1802; und einige Mal hat es auch geregnet, z. B. den 30. März 1654, den 17. Jun. 1809 und den 14. März 1813. Es ſcheint aber, als ob Manche, die unrichtige Dinge ganz willkührlich behaupten, von allen beobachteten Umſtänden, die mit ihren Ideen nicht übereinſtimmen, gar nichts wiſſen *wollten*. Wenn bisweilen am Tage von einer lichten oder dunkeln Wolke geredet wird, aus welcher die Steine ſollen gekommen ſeyn, ſo iſt das keine eigentliche Wolke geweſen, ſondern man hat die brennende Feuerkugel nebſt dem daraus entwickelten Rauche und Dampfe aus Unkunde der Sache für eine Wolke gehalten, und bisweilen auch zum Behufe einer ſchimäriſchen Erklärungsart für eine Wolke ausgegeben. Bisweilen iſt auch eine ſolche Begebenheit aus Unkunde für ein Gewitter, oder wohl gar, wie 1738 in Avignon und 1795 in Cei-

lon, für die Wirkung einer vulkaniſchen Exploſion gehalten worden. Viele ältere Chronikenſchreiber haben die Meteorſteinfälle auch oft mit Hagel verwechſelt und ſcheinen mitunter keinen andern Begriff davon gehabt zu haben, als daſs ſie eine verſtärkte Art des Hagels ſeyn müſsten.

VI. Unabhängigkeit von Perioden.

Wenn behauptet worden iſt, die Meteorſteinfälle und die Erſcheinungen der Feuerkugeln hielten beſtimmte Perioden, ſo iſt dieſes auch nur in der Einbildung, nicht aber in der Wirklichkeit gegründet. Nur alsdann würde man befugt ſeyn, auf ein Daſeyn von Perioden zu ſchlieſsen, wenn man mehrere Jahre hintereinander Beobachtungen der auf der ganzen Erde, oder wenigſtens auf dem gröſsten Theile derſelben ſich ereignenden Begebenheiten dieſer Art hätte, und es daraus ſich ergäbe. So aber betreffen die vorhandenen Nachrichten nur den ſehr kleinen Theil der Erdoberfläche, wo die Menſchen hinreichende wiſſenſchaftliche Bildung haben, und einander ihre Naturbeobachtungen gehörig mittheilen; man kann alſo daraus gar nicht auf das Ganze ſchlieſsen. Ueberdies, um mit einiger Wahrſcheinlichkeit nur ungefähr die jährliche Zahl der Meteorſteinfälle beurtheilen zu können, von denen wir bei dem gegenwärtigen Zuſtande der wiſſenſchaftlichen Mittheilung Nachricht erwarten dürfen, läſst ſich alles das, was vor dem Jahre 1803 beobachtet worden iſt, gar nicht in Anſchlag brin-

gen, weil erst in diesem Jahre das Niederfallen meteorischer Massen, durch die Untersuchungen von Howard und Bournon in den *Philos. transact.* 1802, und durch den Bericht von Biot über den grosen Steinfall bei L'Aigle am 20. April 1803, zu dem Range einer allgemein anerkannten Wahrheit ist erhoben worden. Schon 9 Jahre früher, im Jahre 1794, hatte ich in meiner Schrift: *Ueber den Ursprung der von Pallas entdeckten Eisenmasse* etc. für jeden Unbefangenen deutlich genug die Wirklichkeit eines solchen Niederfallens dargethan, aber nur Wenige, wie von Zach, Olbers, Blumenbach, Werner, Pictet, und einige Andere, waren damit sogleich einverstanden, die meisten blieben, ohngeachtet der zwei Monate darauf erfolgten Bestätigung durch den grosen Steinfall bei Siena, doch ungläubig, und *wollten* nichts davon wissen *). Vor dem Jahre 1803 hat man also, aus Furcht sich lächerlich zu machen, die wenigsten Beobachtungen der Art bekannt gemacht, oder die Begebenheiten für etwas ganz anderes gehalten, als für das, was sie waren. Ich gebe also hier die in jedem Jahre beobachtete Zahl der Me-

*) Ein sonst als Naturforscher achtungswerther Mann, mit dessen Begriffen von Weltordnung und von Rechtgläubigkeit das von mir behauptete Niederfallen meteorischer Massen, und manches, was sich etwa daraus folgern liess, nicht übereinstimmte, äuserte sogar, dass, wenn er einen solchen Stein hätte sehen zu seinen Füssen niederfallen, er sagen würde: ich habe es gesehen, ich glaube es aber doch nicht. (1)

Chladni.

teorſteinfälle und auch die der andern beobachteten Feuerkugeln von dem Jahre 1803 an, bis jetzt, ſo weit ſie mir bekannt geworden ſind:

Jahr:	1803	1804	1805	1806	1807
Meteorſteinfälle:	4	1	2	2	2
Andere Feuerkugeln:	6	4	4	5	5

1808	1809	1810	1811	1812	1813	1814	1815	1816
3	1	3	2	2	2	3	1	1
7	5	1	1	3	3	2	5	2

Für eines der Jahre von 1804 bis 1806 iſt noch ein Fall in Dordrecht zu rechnen. Das Maximum der beobachteten Meteorſteinfälle war 4, im Jahre 1803, vermuthlich weil man damals wegen der Neuheit der Sache am aufmerkſamſten darauf war. Zunächſt ſind die meiſten in den Jahren 1808, 1810 und 1814 beobachtet worden, nämlich in jedem derſelben 3; es würden aber in den Jahren 1810 und 1814 auch nur 2 geweſen ſeyn, wenn wir nicht Nachrichrichten aus Indien bekommen hätten, woher wir ſie ſonſt zu bekommen nicht gewohnt ſind. Auſſerdem ſcheint es, als ob in jedem Jahre wenigſtens ungefähr auf 1 bis 2 bekannt werdende Meteorſteinfälle zu rechnen ſey, aber nicht leicht auf mehr als 3 oder 4, und wohl noch ſeltner auf gar keinen, in welchem letztern Falle wir aber doch nicht berechtigt ſeyn würden, anzunehmen, daſs keine Ereigniſſe der Art ſich zugetragen hätten, weil die Steine in das Meer, oder in Gegenden, wo Niemand in der

Nähe ist, oder aus welchen wir keine Nachrichten bekommen, können gefallen seyn. Für die Jahre 1815 und 1816, wo für jedes nur ein Fall angegeben ist, möchte wohl von auswärtigen Gegenden noch eine und andere Meldung einer solchen Begebenheit, etwa in irgend einer englischen oder amerikanischen Zeitschrift, zu erwarten seyn. (Die Lügenberichte von angeblichen Steinfällen bei Geisenheim und bei Bonn, und die Täuschung in Düsseldorf habe ich nicht mitgerechnet).

Was nun endlich noch die Anzahl der andern durch Zeitschriften bekannt werdenden *Feuerkugeln* betrifft, so scheint diese Zahl etwas sehr unbestimmtes und zufälliges zu seyn; denn sie hängt auch davon ab, ob just jemand Gelegenheit und Lust hat, mehrere Nachrichten dieser Art zu erhalten und zu sammeln. In diesem erst zur Hälfte verflossenen Jahre 1817 sind mir schon 7 Feuerkugeln, welche erschienen sind, bekannt geworden, weil ich auf meiner jetzigen Reise mehrere Zeitungen und andere Zeitschriften, als jemals, nachzusehen Gelegenheit gehabt und weil ich diese benutzt habe. Das eine Mal sind höchst wahrscheinlich Meteorsteine in die Ostsee gefallen, weil man in der Nacht zwischen dem 2. und 3. März 1817 auf der Insel Fühnen von einem auch zu Gothenburg gesehenen grossen Meteor eine Art von Feuerregen in SO. schnell niederstürzen gesehen hat. *Chladni.*

II.

Ueber das Gefrieren des Salzwaſſers mit Rückſicht auf die Entſtehung des Polar-Eiſes,

von dem
Profeſſor PARROT in Dorpat.

Ob bei dem Gefrieren des Salzwaſſers ein Theil des Salzes mit einfriert? Dieſe bekannte Streitfrage glaube ich genügend beantwortet zu haben durch die Verſuche, welche in meiner Phyſik der Erde angeführt ſind. In der Recenſion dieſes Werks in den *Heidelberger Jahrbüchern* von 1816 (No. 40.) wird indeſs dieſer Satz bezweifelt und geäuſsert, daſs ich nur deshalb etwas Salz im gefrornen Salzwaſſer gefunden hätte, weil ich das Eis nicht vor der Prüfung gewaſchen haben mochte. Allein ich hatte es gethan, wohl wiſſend, daſs zwiſchen den kryſtalliſirten Lamellen ſich Salzwaſſer befinde, welches die Prüfung unſicher machen würde. Da die Frage für ein wichtiges Problem der Phyſik der Erde entſcheidend iſt, und der Verfaſſer der Recenſion ſich durch ſie als Mann des Faches legitimirt hat, ſo glaube ich der Wiſſenſchaft eine nähere Erörterung ſchuldig zu ſeyn, und

lege hiermit neue Verſuche vor, welche ich im vorigen Winter angeſtellt habe.

Folgende Vorſichten ſind von mir bei dieſen Verſuchen gebraucht worden. Sowohl zu den *Salz-Auflöſungen*, als auch zum Abwaſchen des zu prüfenden Eiſes brauchte ich *deſtillirtes Waſſer*, das ich vorher mit ſalpeterſaurem Silber ſorgfältig prüfte. Das Waſchwaſſer erkaltete ich mit ſehr reinem Schnee bis auf 1° oder 1½° R., um bei dem Gebrauche deſſelben nicht allzuviel Eis zu verlieren. Auch prüfte ich das Waſſer nach deſſen Erkaltung von Neuem. Ich ſetzte jedes Mal 12 Unzen der Salz-Auflöſung in einem Trinkglaſe, das etwa 15 Unzen faſste, dem Froſte aus, nachdem ich es mit einem Papiere und einem eingepfalzten hölzernen Deckel zugedeckt hatte, um die allzuſchnelle Einwirkung der Kälte auf die Oberfläche des Waſſers abzuhalten.

Verſuch 1. Kochſalz-Auflöſung aus 1 Theile Kochſalz auf 30 Theile Waſſer, bei — 13° R. Als ein bedeutender Theil dieſer Auflöſung gefroren war, nahm ich das Gefrorne heraus; es wog 3349 Gran, und das übrige Flüſſige 2260 Gr. Das Gefrorne wurde in vielem deſtillirtem Waſſer drei Mal gewaſchen, ſo daſs nur 1918 Gran feſter Maſſe übrig blieben. Dieſe wurde geſchmolzen und abgeraucht, und *es blieben 13 Gran Salz zurück.* Hätte das Gefrorne das Salz im Verhältniſſe der Miſchung enthalten, ſo wären in den 1918 Gran Eis 64 Gr. Salz geweſen. Es fror alſo ungefähr ¼ davon mit dem Waſſer

ein, und die Menge des eingefrornen Salzes betrug $\frac{1}{147}$ der Menge des gefrornen Waſſers.

Verſuch 2. Eine Miſchung von Potaſche mit Waſſer im Verhältniſs von 1 : 30 wurde derſelben Kälte zugleich mit der vorigen Kochſalz-Auflöſung ausgeſetzt und abgenommen. Davon waren 2344 Gran gefroren und 3265 flüſſig geblieben. Dieſe gefrorne Maſſe auf gleiche Art behandelt als die Salz-Auflöſung, *gab von 1465 übrig gebliebenen Gran Eis 5 Gr. concreter Potaſche.* Demnach enthielt dieſes Eis etwa nur $\frac{1}{76}$ der Potaſche, welche zur Miſchung gehörte und betrug $\frac{1}{293}$ des Waſſers.

Verſuch 3. Eine Kochſalz-Auflöſung von 1 Theil Salz auf 30 Theile Waſſer, einer Kälte von — 6° bis — 9° R. eine Nacht hindurch ausgeſetzt, fror ganz aus. Das Aeuſsere dieſes Eiscylinders war derb kryſtalliſirt, das Innere aber blätterich. Ich wog von beiden Eisgattungen (von dem Aeuſserſten und Innerſten) gleiche Portionen ab, wuſch ſie drei Mal, und *fand* durch Abrauchung, *im Waſſer des äuſsern Eiſes 12 Gr. Salz, und in dem des innern 19 Gran.* Ich vergaſs das Gewicht des abgewogenen Waſſers anzuſchreiben. Da indeſs Alles gefroren war, ſo laſſen ſich die Salz-Gehalte berechnen, wenn man annimmt, daſs ihr mittlerer Salz-Gehalt dem der urſprünglichen Miſchung gleich ſey. In den 12 Unzen der Auflöſung müſſen 186 Gran Salz geweſen ſeyn. Folglich betrug die geſammte Maſſe des unterſuchten Eiſes 961 Gran, wovon 930 Gr. Waſſer und 31 Gran Salz waren. Die Maſſe des äuſsern Eiſes betrug 480½, die des innern Eiſes

480¾ Gran; von jenen waren 12, von diesen 19 Gran Salz. Die Gehalte waren also $\frac{12}{288}$ und $\frac{19}{480\frac{3}{4}} = \frac{1}{25}$ und $2\frac{1}{4}$.

Versuch 4. Eine Kochsalz-Auflösung, zu 1 Theil Salz auf 120 Theile Wasser, wurde einer Kälte von — 17° R. ausgesetzt, bis etwa $\frac{1}{3}$ derselben gefroren war, welches, nach sorgfältig veranstaltetem Abfliefsen des Flüssigen, in vielem destillirtem Wasser drei Mal abgewaschen wurde. Mit Theilen dieses abgewaschenen Eises, das nur noch etwa 2 Unzen wiegen mochte, wurden folgende Versuche angestellt. a) Geschmolzen gab es mit Natron-Auflösung einen schwachen, mit salpetersaurem Silber aber einen sehr starken Niederschlag, wie eine sehr consistente Milch, der auch bald sich absetzte. — b) Als es in einem sehr reinen Glastrichter mit vielem langsam aufgegossenen destillirten Wasser gewaschen worden war, bis von der Eisportion nur etwa $\frac{1}{4}$ übrig blieb, gab dieser Rest mit salpetersaurem Silber zwar noch einen starken Niederschlag, jedoch minder stark als in a, da das reine Wasser das schwammigte Eis durchdrang. — c) Als ich es auf dem Trichter über ein reines Glas, in eine Temperatur von — 1,75° R. gelegt hatte, um das anhängende Wasser abfliefsen zu lassen, fand sich nach 2 Mal 24 Stunden, dafs etwas Flüssigkeit (α) in das Glas geflossen, noch mehr aber (β) in der Trichterspitze geblieben und beide Portionen gefroren waren. Mit salpetersaurem Silber gab jene einen eben so starken, diese einen etwas schwächern Niederschlag, als a. Der Rest des ungeschmol-

nenen Eises, der noch im Trichter lag, wurde zwei Mal mit vielem Wasser gewaschen, so dass nur etwa $\frac{1}{4}$ davon übrig blieb, und gab mir mit salpetersaurem Silber einen etwas schwächern Niederschlag als *ß*.

Ich habe auch Versuche mit Mischungen von *Wasser* und *Alkohol* angestellt, und in der mehrere Male ausgewaschenen schwammig gefrornen Masse immer einige Procente Weingeist, sowohl mittelst des Aräometers, als auch des Richter'schen Alkoholometers, gefunden.

Bei meinen frühern zahlreichen Versuchen, welche ich mit Salz-Auflösungen von sehr verschiedenen Graden der Schwängerung, vom Sättigungspunkte bis $\frac{1}{10}$ Salzgehalt herab, angestellt habe, erhielt ich stets analoge Resultate. Ich will daher nur daraus anführen: dass ich nie, auch mit gesättigtem Salzwasser, eine reine Kochsalz-Krystallisation, mithin nie einen förmlichen Salz-Niederschlag, erhalten habe; dass ich aber, als ich eine gesättigte Kochsalz-Auflösung einer Kälte von $-24°$ R. ausgesetzt hatte, nur am Rande der Oberfläche ein schaumiges Eis in sehr geringer Menge und innerhalb der Flüssigkeit einige kubische Krystalle schwimmend, (so wie am Boden einige rhomboidalische Krystalle,) gesehen habe. Sie waren aber nicht krystallinisches Salz, da sie in gewöhnlicher Temperatur schmolzen, und die kubischen innerhalb der Flüssigkeit schwammen, mithin etwa dasselbe specifische Gewicht hatten, als das gesättigte Salzwasser.

Als Resultat aus diesen Versuchen ergiebt sich *erstens*, dass das Gefrieren, wenn es nicht der ganzen flüssigen Masse wiederfährt, die dem Froste ausgesetzte Mischung in zwei Theile abtheilt, von sehr verschiedenem Salz- oder sonstigem Gehalte, indem der gefrorne Theil viel weniger geschwängert ist, als der, welcher flüssig bleibt, (dieses hat sich namentlich mit dem Kochsalz-Wasser, mit einer Auflösung von Kali im Wasser, und mit einer Mischung aus Wasser und Alkohol gezeigt,) und *zweitens*, dass das Gefrorne selbst mehr oder weniger geschwängert ist, nachdem es sich näher an der Mitte der Masse oder an ihrem Rande befindet. Die Entziehung des Wärmestoffs bewirkt also eine Trennung der dem Wasser beigemischten Salze und des Alkohols vom Wasser. Früher hielt man diese Trennung für vollständig, indem man annahm, dass die gefrorne Wassermasse nichts von der vorher in demselben aufgelösten Substanz enthielt; die vorliegenden Versuche beweisen aber das Gegentheil. Sie sind mit geringen Salzgehalten, bei mässiger und starker Kälte angestellt, und ich glaube mehr als hinreichend dafür gesorgt zu haben, dass bei der Prüfung der krystallisirten Massen kein ungefrornes Salzwasser an der Oberfläche der derben Massen oder der blättrigen Krystalle hängen geblieben sey. Besonders überzeugte uns davon der 4. Versuch, bei welchem die schon drei Mal gewaschene feste Masse, durch das Auswaschen im Trichter, bis zu $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{4}$ schwand, und dennoch so stark auf das salzsaure Sil-

ber wirkte. Nicht minder der 3. Verſuch, in welchem die ganze Flüſſigkeit gefror (ein Fall, den ich in meinen früheren Verſuchen öfters gehabt habe) und dennoch kein Niederſchlag von Salz ſich zeigte, ſondern jeder Theil des Eiſes ſeinen Antheil Salz hatte, die innern mehr, die äuſsern weniger.

Die alte Meinung, daſs kein Salz mit dem Waſſer gefriert, mag vielleicht bei manchem Phyſiker und Chemiker in der Lehre der feſten chemiſchen Proportionen, wodurch ſich Berzelius einen unvergänglichen Namen in unſerer Wiſſenſchaft erworben hat, eine Stütze finden; aber offenbar mit Unrecht. Wir haben zwar nach meinen Verſuchen eine durch das Gefrieren bewirkte Vertheilung des Salzes im Waſſer in allerlei unbeſtimmten Verhältniſſen; allein der Satz der beſtimmten Verhältniſſe gilt nur für die Verbindungen nach Affinität der zweiten Art, nicht für die nach Affinität der erſten Art, da wir bei dieſen nur ein einſeitiges Sättigungs-Verhältniſs für die aufzulöſende Subſtanz haben, und zwar nicht ein Mal für alle, keineswegs über ein zweifaches, nämlich auch eins für das Menſtruum.

Es wird wohl nicht überflüſſig ſeyn, zu zeigen, wie unſer Satz, den die Verſuche beſtimmt geliefert haben, aus der Theorie des Gefrierens nothwendig folgt, welche ſich auf der Theorie der Wärme und der der chemiſchen Wanderung der Stoffe ſtützt; um ſo mehr, da mir nicht bekannt iſt, daſs Jemand ſchon eine Theorie des Gefrierens geliefert habe. Die Re-

ſultate der Verſuche erhalten dadurch mehr Allgemeinheit und Beſtimmtheit, und die Lehre der Kryſtalliſation, ſo wie auch die der doppelten Refraction neue Aufſchlüſſe.

Bei jedem Gefrieren des Waſſers, dieſes mag rein oder mit Salz geſchwängert ſeyn, bilden ſich zuerſt ſpieſsige, dann blättrige Kryſtalle, von ſichtbarem Umfange, ehe derbe Kryſtalle entſtehen. Dieſes hat ſeinen Grund in der durch die anfangende Kryſtalliſation entwickelte Wärme (60° R. für jeden Theil kryſtalliſirten reinen Waſſers), welche das die erſten Kryſtalle zunächſt umgebende Waſſer in eine höhere Temperatur verſetzt. Da es aber für jedes mit Salz in beſondern Graden geſchwängertes Waſſer, ſo wie für reines Waſſer einen eigenthümlichen, von den andern verſchiedenen Frierpunkt giebt, ſo unterſcheidet ſich das Gefrieren in dieſen verſchiedenen Flüſſigkeiten nur durch den Stand ihrer Null an der Skale des Thermometers. Es mag aber durch Salzgehalte dieſe Null noch ſo tief geſenkt werden, ſo muſs doch das die gebildeten Kryſtalle umgebende Waſſer anfangs immer um etwas merkliches wärmer ſeyn, als der Kryſtall ſelbſt, und folglich nicht gefrieren können, bis dieſe höhere Temperatur nach auſsen verſchwunden iſt. Wir haben alſo ſchon *eine* chemiſche Wanderung, die dieſes Wärmeſtoffs, ſo wie die des Wärmeſtoffs der Maſſe überhaupt.

Eine andere chemiſche Wanderung, die des Salzes, iſt noch zu betrachten. Um ja nicht unſern

Satz in deſſen Demonſtration zu poſtuliren, wollen wir annehmen, daſs die allererſten Kryſtalle ſich ganz ohne Salzgehalt bilden. So muſs denn das Salz, das ſich vorher in ihrem Waſſer befand, in die nächſte nicht kryſtalliſirte Waſſerſchicht übergehen, deren Gehalt alſo erhöhet wird. Dieſer Ueberſchuſs muſs nach den Geſetzen der chemiſchen Wanderung in die übrige noch flüſſige Maſſe wandern, und, je mehr die Maſſe der Kryſtalle ſich anhäuft, deſto gröſser wird dieſer Ueberſchuſs; und wenn die Kryſtalliſation durchaus keinen Salzgehalt in den Kryſtallen duldete, ſo müſste, wenn die Maſſe ganz gefriert, das Salz ganz ausgeſchieden und in der Mitte der gefrornen Maſſe kryſtalliſirt vorgefunden werden. Allein dieſes iſt nie der Fall, wie meine zahlreichen Verſuche zeigen; folglich muſs das Salz mit gefrieren, und ſich in den Kryſtallen, aber ungleich vertheilt, befinden.

Dieſe Vertheilung geſchieht in Folge der beiden angeführten Affinitäts-Wanderungen des Wärmeſtoffs und des Salzes. Wir wollen uns wieder einzelne ſchon gebildete Kryſtalle innerhalb der noch flüſſigen Maſſe denken, welche an der innern Fläche des Glaſes ſich angeſetzt haben, und die um ſie zunächſt liegende Flüſſigkeit zugleich wärmer und ſalziger, als die übrige entferntere Flüſſigkeit. Die Entſcheidung der Frage, ob Salz weiterhin mit dem Waſſer gefrieren wird oder nicht, hängt von der Beantwortung der Frage ab: Welche Wanderung, die des Wärmeſtoffs oder die des Salzes iſt

die ſchnellere? denn wenn das Salz ſich ſchneller von den gebildeten Kryſtallen entfernt, als die Wärme, ſo wird die die Kryſtalle umgebende Flüſſigkeit ihr Salz eher verloren haben, als ihre Wärme, welche das Gefrieren verhinderte; verliert ſich aber die Wärme nach aufsen früher, als das Salz ſich nach innen zurückzieht, ſo mufs Salz mit einfrieren. Ich habe aber in meiner theoretiſchen Phyſik gezeigt, dafs Monate vergehen, ehe die Säure (das Salz, das Alkali,) welche in einer Waſſermaſſe von 1 Zoll Höhe ſich befindet, ihre Wanderung in *reinem* Waſſer ſo weit vollendet hat, dafs man nicht noch einen Unterſchied der Schwängerung in den verſchiedenen Schichten dieſer zwei 1 Zoll hohen flüſſigen Maſſen beſtimmt wahrnehmen könne; dagegen die Wanderung des Wärmeſtoffs gewifs in ungleich kürzerer Zeit vollendet wird, indem wir wiſſen, dafs 12 Unzen Waſſer in einigen Stunden die Temperatur des Zimmers ſo weit angenommen haben, dafs wir mit keinem Thermometer im Stande ſind, einen Temperatur-Unterſchied zwiſchen dem Waſſer der Mitte, des Randes und der äufsern Luft anzugeben, den ausgenommen, welchen die Ausdünſtung verurſacht und der ſich als eine beſtändige Gröfse zeigt. Es mufs alſo die Temperatur-Erniedrigung, welche von aufsen her in die frierende Flüſſigkeit eindringt, bald die Null eines gewiſſen Gemiſches aus Waſſer und Salz erreichen, und folglich dieſes Gemiſch zum Gefrieren bringen. Angenommen, z. B., dafs die Temperatur — 5° R. eben

fähig ſey, eine kleine Portion Waſſer, das 0,03 Salz enthält, ganz zum Frieren zu bringen, ſo wird eine etwas höhere Temperatur, etwa — 4°, die Null für die Miſchung aus Waſſer und 0,03 Salz ſeyn, da zu Anfange des Gefrierens ein Theil des Salzes ſich abſcheidet und den Salzgehalt der übrigen Flüſſigkeit erhöhet, welche unter — 5° noch friert. So bald alſo dieſe Temperatur — 4° eine gewiſſe Stelle im Glaſe erreicht haben wird, ſo kann und muſs das daſelbſt befindliche Waſſer mit einem Salzgehalte, wenn dieſer nicht über 0,03 ausmacht gefrieren. Allein dieſe Temperatur — 4° kommt nicht plötzlich, ſondern nur allmählig an dieſe Stelle, und es waren vorher daſelbſt alle höheren Temperaturen bis zu derjenigen, welche die Flüſſigkeit urſprünglich hatte; es müſſen mithin in dem Raume von dem Rande an bis zu dieſer Stelle lauter Kryſtalle entſtehen von kleinern wachſenden Salzgehalten, welche den nach und nach entſtehenden Temperaturen zukommen. Folglich muſs das früher gebildete Eis anfänglich ein Minimum von Salz enthalten, und das ſpäter gebildete immer mehr, die Mitte aber am meiſten, und zwar mehr als die Flüſſigkeit urſprünglich hatte; welches mit der Erfahrung ganz übereinſtimmt, wie der 3. Verſuch ausweiſt.

Allein dieſer Unterſchied des Salzgehaltes der Kryſtalle variirt nicht blos, nach der Entfernung von der Mitte oder der äuſsern Gränze der Flüſſigkeit, ſondern innerhalb dieſer Entfernung auch; d. h., es bilden ſich in gleicher Entfernung von der äuſsern

Gränze Kryſtalle von verſchiedenem Salzgehalte. Denn, wenn ein ſpieſsiger Kryſtall ſich am Rande angeſetzt und ins Innere verlängert hat, ſo hat das ihn umgebende Waſſer mehr Salz als dem Temperaturgrade, unter welchem der Kryſtall entſtanden iſt, zukommt. Es folgt aber auch eine niedrigere Temperatur an dieſer Stelle durch die allmählige Erkaltung, und da die Wanderung des Wärmeſtoffs raſcher iſt, als die des Salzes, ſo muſs neben dieſem Kryſtalle ein anderer mit einem höhern Salzgehalte entſtehen; und zwiſchen dieſen zwei Kryſtallen enthält die Flüſſigkeit einen noch gröſsern Salzgehalt, der eine niedrigere Temperatur erheiſcht; ſo daſs, der Breite nach genommen, eine endlich derb gefrorne ſalzigte Flüſſigkeit aus ſpieſsigen Kryſtallen beſtehen muſs, welche an Salzgehalt abwechſelnd, ab und zunehmen. Denkt man ſich alſo zwei ſpieſsige Kryſtalle, welche in einiger Entfernung von einander gleichzeitig und alſo bei einerlei Temperatur entſtanden ſeyen, ſo werden die zwiſchen ihnen nachher entſtandenen immer mehr Salz enthalten, je mehr ſie ſich der Mitte des Zwiſchenraums nähern.

Wird dieſe Theorie des Gefrierens weiter verfolgt, und die Urſache ausgemittelt, welche bei den übrigen Kryſtalliſationen (die nicht durch Entziehung des Wärmeſtoffs und nicht durch Verdampfung geſchehen, ſondern unmittelbar durch Verbindung einer Säure mit einer Baſis, wie ich es in der Phyſik der Erde angedeutet habe) das Spieſsige und Blät-

terige am Gefüge der Kryſtalle erzeugt, ſo wird man nicht mehr weit von einer allgemeinen Theorie der Kryſtalliſation ſeyn. Einige Beiträge dazu könnte ich ſchon liefern; aber es gehören noch mehr Vorarbeiten um ihnen die gehörige Feſtigkeit zu geben. Von da aus wird ſich dann ein neues Licht über das Phänomen der doppelten Strahlenbrechung verbreiten, welches das leidige Spiel mit den zwei Seiten des Lichtsſtrahls und der Polarität des Lichts nicht aufklären wird. Die in dieſer Hinſicht angeſtellten Verſuche, beſonders die zahlreichen Brewſter's, ſind ſehr ſchätzbare Bruchſteine zur Aufführung des Gebäudes, zu welchem aber der Kitt in der Polariſation gewiſs nicht ſteckt. Für *dieſe* Bemerkung wird mich die Mitwelt der Phyſiker verdammen, das weiſs ich; aber ſie mag nicht vergeſſen, daſs es eine Nachwelt geben wird.

* *

Wir wollen nun von dieſem Standpunkte der Theorie des Gefrierens aus, das *Polareis* betrachten.

Die Seefahrer berichten uns, daſs das Polareis kein Salz enthalte. Allein man könnte billig zweifeln, ob dieſes ſtreng genommen werden müſſe und ob wohl der bloſse Geſchmack (der wahrſcheinlich ihr einziges Reagens war), hinreichend ſeyn konnte, ihnen ſehr kleine Salzgehalte anzuzeigen? Um Etwas hierüber zu erfahren, ſalzte ich Waſſer in verſchiedenen kleinen Verhältniſſen und

fand, dafs, wenn der Salzgehalt nur $\frac{1}{35}$ ist, der durch den Geschmack merkbare Unterschied zwischen diesem und reinem destillirtem Wasser zweifelhaft wird. Merkwürdig ist es, dafs dieses Salzwasser mir, so auch Herrn Elfink, fader erschien, als das destillirte. So war auch bis zu $\frac{1}{150}$ Salzgehalt hinauf der Geschmack des Salzwassers nicht scharf, sondern fade. Uebrigens erzeugt salpetersaures Silber im Wasser von $\frac{1}{35}$ Salzgehalt einen reichlichen Niederschlag.

Indefs ist diese Frage für unsern Gegenstand nicht sehr wichtig; möge der Geschmack bei solchen Untersuchungen etwas weiter oder minder weit führen, so folgt aus Obigem, dafs, wenn das Polareis gefrornes Meerwasser wäre, es so viel Salz enthalten müfste, als nöthig, um auf der Zunge deutlich bemerkbar zu werden. Denn, wenn unser dritter Versuch sagt, dafs eine mäfsige Kälte von — 6° bis — 9° hinreichend ist, um in einer Wasser-Masse von 12¼ Unzen und von 0,03225 Salzgehalte Eis von 0,02566 Salzgehalte an den äufsern Theilen zu erzeugen, so ists klar, dafs gefrornes Meerwasser, auch an der Oberfläche und in den weit kältern Polargegenden, wenigstens eben so viel Salz enthalten müsse, als das im erwähnten Versuche erzeugte Eis der Oberfläche; ein solches Salzwasser schmeckt aber merklich salzig. Wenn demnach die Nordfahrer keinen salzigen Geschmack an dem Eise der Polargegenden bemerkt haben, so kann auch dieses Eis nicht gefrornes Meerwasser seyn, und *die gro-*

ſen] *Eis-Plateau's, welche die Pole unſerer Erdkugel bedecken, müſſen wir für Gletſcher erklären,* deren Entſtehung wir uns auf folgende Art denken müſſen:

In jenen Gegenden friert noch heut zu Tage die Oberfläche des Meerwaſſers bis zu gewiſſen Graden der Breite jeden Winter. Aber dieſes Gefrieren kann in den Breiten-Graden, wo dieſes Eis im Sommer nicht aufthauet, durch wiederholtes Frieren, auch bei der ſtrengſten Kälte des Pols, nur eine mäſsige Tiefe erreicht haben, da das Gefrieren in groſsen Meerestiefen unmöglich iſt, wie ich es in der *Phyſik der Erde* S. 368. bewieſen habe; und ſchon aus dieſem Grunde können die groſsen ſchwimmenden Eisſchollen der Polargegenden, welche 200 Fuſs über dem Niveau des Meeres hervorragen, und alſo etwa 2000 Fuſs dick ſind, unmöglich gefrornes Meerwaſſer ſeyn. Als aber nach der Bildung unſers jetzigen Oceans ſich im erſten Winter eine Eiskruſte von Meerwaſſer um die Pole angeſetzt hatte, welche einen Sommer aushielt und an Inſeln und ſeichten Stellen hier und da Stützpunkte gehabt haben wird, ſetzte ſich nun ſeit Jahrtauſenden der Schnee auf demſelben an, der im Sommer zum Theil ſchmolz. Dieſer geſchmolzene Antheil ſenkte ſich nun zum Theil in den noch unter ihm liegenden Schnee und durchdrang ihn, zum Theil floſs er längs der flachen Abdachung gegen den Aequator ab und erzeugte die bekannten Polar-Strömungen. Ein Theil dieſes abflieſsenden Schneewaſſers wurde

vom nächſten Herbſte und Winter ereilt und fror, ehe es weit genug gekommen war, um der Kälte zu widerſtehen. So mußte und muſs noch jetzt die Eisdecke der Polargegenden mit jedem Jahre an Höhe zunehmen; aber auch an Weite, wie bei den Gebirgs-Gletſchern, da das abflieſsende nicht geſalzene Waſſer, ſeines geringern ſpecifiſchen Gewichts wegen, ſich an der Meeres-Oberfläche hält und dieſe minderſalzig macht, wodurch ſie bei geringern Froſtgraden frieren kann und muſs, — um ſo mehr, da das Klima kälter wird, nämlich der Winter früher und der Sommer ſpäter eintreten.

Durch die Zunahme an Höhe mußte die Eiskuppel immer ſchwerer werden und ſich immer tiefer ſenken, und da, wo feſte Stützpunkte waren, mußte ſie durch ihre eigene Laſt zerberſten und ſich in vielfältige Lagen anlegen, wodurch Erhöhungen von ſchroffem Anſehen entſtanden, welche durch den nachfolgenden Winter und Sommer ihren Charakter mehr oder weniger änderten. Dieſe Erhöhungen (ſowohl die allgemeine durch die immer fort an neuen Schichten wachſende Eisrinde, als die partiellen durch die Brüche) müſſen noch zur Herabſetzung der Temperatur der Polargegenden beitragen, da die allgemeine Oberfläche in höhere Luftregionen reicht, und die einzelnen Eisgebirge die lauen Winde, welche am Horizonte wehen, abhalten.

Betrachten wir die Dicke der Eisdecke an den Polen, ſo müſſen wir annehmen, daſs ſie allgemein genommen, von jedem Pole herab gegen den Aequa-

tor abnehmen und an den äuſserſten Gränzen am kleinſten ſeyn muſs; daher die Stürme bedeutende Brocken davon ablöſen können. So auch eine ſtrengere Kälte, welche groſse Riſſe in dieſen Eismaſſen, wie in denen der Gebirgsgletſcher, der Seen und der Flüſſe, erzeugt.

Die Gegenwart des feſten Landes innerhalb der Gränze des ewigen Polareiſes, muſs beträchtliche Verſchiedenheiten der Erweiterung dieſer Gränze erzeugt haben. Denn das feſte Land iſt wärmer als das Meer, nicht nur durch den Einfluſs der Sonnenſtrahlen, ſondern auch vorzüglich in der Tiefe, durch die mineraliſchen Gährungen im Innern oder unterhalb unſerer Erdrinde. Beſonders muſs die Temperatur namhaft gröſser ſeyn dort, wo erweislich groſse vulkaniſche Operationen vorgehen, wie wir ſie an vielen Punkten der Nord-Polargegenden kennen. An ſolchen Punkten und Strecken, welche ihrer Breite nach mit ewigem Eiſe bedeckt ſeyn ſollten, erhält ſich das Meer flüſſig, indeſs das ewige Eis in ſüdlichern Breiten den Nordfahrern den Weg verrammt.

Dieſe auf die obigen Verſuche über das Gefrieren des Salzwaſſers, auf die Lehre der Wärme und der Affinitäts-Wanderung, ſo wie auch auf die groſsen Phänomene, welche uns die Natur der Polar-Gegenden liefert, geſtützte Hypotheſe, (denn in der Phyſik der Erde haben wir nur Hypotheſen) erklärt:

Wie die Eismaſſen der Polar-Länder keine Salze enthalten, weil das wenige urſprünglich vom Meerwaſſer entſtandene Eis durch die Laſt des darauf allmählig abgeſetzten Gletſchers ſchon längſt mehrere tauſend Fuſs tief verſenkt iſt. Dort unten mag die letzte Schicht von 5 bis 10 Fuſs Dicke 0,005 bis 0,02 Salz enthalten.

Wie das Klima der nördlichſten noch bewohnten Länder, namentlich Islands und Grönlands, immer rauher wird und dieſe Länder von ihrer bewohnbaren Fläche immer verlieren.

Wie am Nordoſt-Cap in der Behrings-Straſse (210° Länge) die Gränze des ewigen Eiſes bis zu 69° der Breite herab reicht, dagegen in Nova-Zembla das Vorgebirge Zelanya (96° Länge), und Cap Tanaura (119° Länge) die nördlichſte Küſte Sibiriens zwiſchen den Flüſſen Jeniſea und Läna, als bewohnte Gegend und von flüſſigem Meere umgeben, bis zum 78° Breite, alſo 9 volle Grade nördlicher reichen.

Wie die ſüdweſtliche Küſte von Nova-Zembla durch ewiges Eis mit dem Continente zuſammenhängt, indeſs die nordöſtliche von flüſſigen Meeren umgeben und bewohnt iſt.

Wie endlich das Polareis das Phänomen geſchichteter Maſſen darſtellen kann und muſs.

Durch dieſe Anſicht, wonach die groſsen Eiskugeln der Pole unſers Erdballs nichts als ungeheure Gletſcher ſind, gewinnt die Phyſik der Erde eine

neue Analogie, zwiſchen dem nach der geographiſchen Breite und nach der Erhöhung über den Horizont abwechſelnden Klima. Denn ſo wie das tropiſche Hochgebirge alle geographiſchen Klimate nach einem verjüngten Maaſsſtabe darſtellt, ſo ſind die Alpen-Gletſcher nichts als Miniatur-Modelle der gigantiſchen Pol-Gletſcher, und die Natur wollte uns ohne Zweifel durch die Kenntniſs jener uns erreichbaren Gletſcher, zur Kenntniſs dieſer uns unerreichbaren Eisfelder und Eisgebirge führen, welche die Pole umlagern.

Geſchrieben im Juni 1817.

Parrot.

III.

Bemerkungen über die Abhandlung des Hrn. Sertürner, die Analyse des Opiums betreffend,

von

ROBIQUET in Paris.

Frei bearbeitet von Gilbert *).

Die mehrsten Pflanzenkörper sind von einer so verwickelten Zusammensetzung, die Charaktere ihrer unmittelbaren Bestandtheile sind so wenig ausgezeichnet, und diese haben ein solches Bestreben, sich mit einander zu verbinden oder zu vermengen, dafs es äufserst schwer hält, sie einzeln darzustellen, und von einem Pflanzenkörper eine genaue Analyse zu machen. Auch pflegt jede neue Untersuchung, die über einen Pflanzenkörper angestellt wird, Resultate zum Vorscheine zu bringen, welche den Chemikern, die sich früher mit demselben beschäftigt

*) Es ist dieses die von Herrn Gay-Lussac angekündigte Arbeit, (s. das Auguststück S. 393.,!) worin die Entdeckung eines neuen Alkali im Opium aufs neue bestätigt wird. Die Rubriken habe ich zur leichtern Uebersicht hinzugefügt, die französische Urschrift hat sie nicht. *Gilb.*

hatten, entgangen sind. Insbesondere gilt diese Bemerkung von denjenigen Pflanzenkörpern, welche wegen ihres grosen Nutzens von je her ein vorzügliches Interesse erregten. So z. B. haben viele Chemiker die China, die Ipekakuanha und ähnliche Körper untersucht, und jeder hat den Arbeiten seiner Vorgänger mehr oder weniger interessante Bemerkungen und Thatsachen hinzufügen können.

Ueber keinen dieser Körper haben wir mehr Versuche, als über das Opium; Aerzte, Physiologen und Chemiker haben dieses herrliche Heilmittel unter verschiedenen Beziehungen studirt, und man glaubte es seiner Natur und seinen Wirkungen nach vollkommen zu kennen. Und doch ist so eben darüber eine ausnehmend wichtige Entdeckung (*une découverte extrèmement importante*), gemacht worden, welche allen einen neuen Gesichtspunkt für das Studium zu öffnen scheint.

Man wird sich erinnern, dass Herr Derosne im J. 1804 eine sehr schöne Arbeit (*un fort beau travail*) über das Opium, wie es im Handel vorkömmt, bekannt gemacht, und uns in ihr eine krystallisirte Materie aus dem Opium kennen gelehrt hat, welche bis dahin kaum angezeigt worden war, und über die die Meinungen noch sehr verschieden sind. Er bezeichnete sie als den wirksamen Theil des Opiums, gab die verschiedenen Mittel an, sie zu extrahiren, und lehrte, dass sie sich aus den wässerigen Aufgüssen auf Opium durch Zusatz von Alkalien erhalten lasse, dabei aber eine Modifica-

tion erleide, durch Verbindung mit einem kleinen Antheil des Alkali, das man zum Niederſchlagen derſelben gebraucht habe. „Und daher komme es, ſagt er, daſs die auf dieſe Art abgeſchiedene kryſtalliniſche Materie immer den Veilchenſaft grüne und einige neue Charaktere zeige.“ — Ungefähr um dieſelbe Zeit ſcheint ſich Herr Sertürner, Apotheker zu Einbeck, mit einer ähnlichen Arbeit beſchäftigt zu haben; das Sonderbare der Reſultate die er erhielt, die Art, wie er ſie darſtellte, und ſeine Jugend, flöſsten aber wenig Zutrauen zu der Arbeit ein, die er bekannt machte. Er ſelbſt ſagt, ſeine Landsleute hätten ſie nur um ſie zu kritiſiren, einiger Aufmerkſamkeit gewürdigt; in Frankreich blieb ſie ganz unbekannt. Ueberzeugt indeſs von der Genauigkeit ſeiner Beobachtungen, hat er die Arbeit aufs neue aufgenommen, und vor Kurzem eine zweite Abhandlung bekannt gemacht *). „Nach ihm ſind das Verfahren und die Beobachtungen Derosne's nicht genau, und kannte Derosne nicht den weſentlichen, wirkſamen Theil des Opiums, des Morphium (*la morphine*), indem er eine Verbindung dieſes Körpers mit der Opiumſäure dafür nahm.“

Herr Sertürner ſucht dieſe ſeine Meinung auf folgende Art zu beweiſen. Zu einer wäſſrigen Aus-

*) Und zwar in dem erſten Stücke des gegenwärtigen Jahrgangs dieſer Annalen der Phyſik, denen vielleicht auch einiger Antheil an dem beſſern Erfolge derſelben zukömmt. *Gilbert.*

ziehung aus dem Opium, die bekanntlich immer saure Eigenschaften besitzt, setzt er Ammoniak in geringem Ueberschuſs; sogleich entsteht ein reichlicher flockiger Niederschlag, der in der Wärme sich zu kleinen körnigen, durchscheinenden Krystallen vereinigt, welche nachdem sie auf ein Filtrum gewaschen worden, ihm zu Folge zusammengesetzt sind aus *Morphium*, ein wenig *Extractivstoff* und der Säure des Opiums, die er *Mekonsäure* nennt. Er behandelt diese Krystalle mit schwacher Schwefelsäure, fällt aufs Neue mit Ammoniak, wäscht den Niederschlag wiederholt mit kaltem Alkohol und hat nun das *Morphium*. Den so erhaltenen Körper mag man noch so sehr reinigen, so wird doch immer, wie schon Herr Derosne bemerkte, geröthete Lackmustinktur durch ihn wieder blau; dieses führte Hrn. Sertürner auf den glücklichen Gedanken, ihn, gegen alle Analogie, für ein Alkali (und nicht für eine Verbindung des krystallisirbaren Körpers Derosne's mit Ammoniak) zu nehmen; in der That fand sich, daſs er sich mit den Säuren vollkommen verbindet und sie vollständig sättigt. Diese Idee ist um so glücklicher, da sie uns, wie Herr Gay-Lussac bemerkt, nothwendig zu genauerer Kenntniſs der vegetabilischen und thierischen Gifte führen muſs, und es eine äuſserst merkwürdige chemische Thatsache ist, daſs es ein Alkali von so zusammengesetzter Natur giebt. Dieses ist also eine Entdeckung, die ihrem Urheber alle Ehre macht (*bien fait pour honorer son auteur*), welche aber, um die Wahrheit zu sa-

gen, verdient hätte, beſſer begründet zu werden (*mieux ſoutenue*), und bei der es zu bedauern iſt, daſs ſie Hrn. Sertürner, wie wir gleich ſehen werden, zu einigen bedeutenden Irrthümern veranlaſst hat.

Da das Morphium alkaliſch iſt, die Opium-Auflöſungen aber ſauer ſind, ſo war es ſehr natürlich, zu ſchlieſsen, daſs in ihnen dieſer Körper in dem Zuſtande eines Salzes vorhanden ſey, welches durch ein mächtiges Alkali zerlegt werde; Herr Sertürner iſt indeſs noch weiter gegangen, und behauptet, Derosne's Subſtanz ſey nichts anders als *mekonſaures Morphium*, das heiſst, eine Verbindung des Morphium mit der eigenthümlichen Säure des Opiums. Dafür giebt er aber keinen Beweis, ſo daſs die Behauptung nur auf Wahrſcheinlichkeit, nicht auf Verſuche gegründet iſt.

Dieſes machte eine neue Unterſuchung nothwendig, damit man wiſſe, woran man ſich bei einer ſo intereſſanten Sache zu halten habe. Zu ihr forderte mich Hr. Gay-Luſſac auf, ſo bald er Kenntniſs von jener Arbeit erhielt, denn ſeine jetzigen Beſchäftigungen erlaubten ihm nicht, dieſe Unterſuchung ſelbſt zu unternehmen.

1. *Das Morphium.*

Da ich einige Zweifel an der Wirklichkeit des Morphium, als eines neuen Alkali, hegte, ſo kam es mir vor allen Dingen darauf an, mich über die Natur dieſes neuen Körpers zu belehren. Er gab mir nämlich beim Erhitzen mit koncentrirter Lau-

ge ätzenden Kalis einige Spuren von Ammoniak. Daher suchte ich das Morphium ohne Beihülfe einer mächtigen Basis zu erhalten; und dieses ist mir mit der Magnesia so vollkommen geglückt, dass ich das Morphium schon bei der ersten Kryställisation beinahe farbenlos erhielt. Mein Verfahren ist folgendes.

Ich koche eine koncentrirte Opium-Auflösung ¾ Stunde lang über einer kleinen Menge gemeiner Magnesia; auf 1 Pfund Opium reichen 10 Gramme Magnesia hin. Dabei bildet sich ein gräulicher Niederschlag in ziemlicher Menge. Nachdem filtrirt und der Niederschlag mit kaltem Wasser gewaschen und getrocknet worden ist, lasse ich schwachen Alkohol über diesen Niederschlag in der Wärme digeriren, ohne es doch bis zum Aufkochen kommen zu lassen; dabei wird nur sehr wenig Morphium, aber viel färbender Stoff aufgelöst. Nach dem Filtriren und Waschen mit kaltem Alkohol, behandle ich den festen Rückstand mit einer grösern Menge rectificirten Alkohols, den ich anhaltend darüber kochen lasse, und noch siedend filtrire. Beim Erkalten setzt sich dann aus ihm das Morphium ab, sehr gut kryställisirt und nur sehr wenig gefärbt. Den Rückstand behandle ich noch 3 bis 4 Mal auf dieselbe Art mit kochendem Alkohol, und dieser setzt bei jedem folgenden Filtriren ein immer mehr farbenloses Morphium ab.

Das so dargestellte Morphium enthält nicht die kleinste Menge Magnesia, da sie, ohne einen Rück-

ſtand zu laſſen, verbrennt: und doch ſchien es mir noch ſtärker alkaliſch zu ſeyn, als das durch Ammoniak bereitete; wenigſtens ſtellte es die Farbe der gerötheten Lackmustinktur netter wieder her. Es wurden 2,5 Gramme dieſes Morphiums von 0,45 Gr. Schwefelſäure von 66° geſättigt. Es zeigte mir überdem alle Eigenſchaften, welche in der Abhandlung des Herrn Sertürner angegeben ſind.

2. *Die Mekonſäure.*

Ich hatte mich nun noch mit der Mekonſäure zu beſchäftigen, und hier war am mehrſten zu thun übrig. Herrn Sertürner war das Unglück begegnet, ſeinen Apparat zu zerbrechen, und er hatte daher nicht viel mehr als das Vorhandenſeyn dieſer Säure nachweiſen können. Um die Opiumſäure darzuſtellen, ſoll man nach ihm zu der durch Ammoniak gefällten Opium-Auflöſung ſalzſauren Baryt ſetzen, wodurch ein von ihm ſogenannter *vierfacher Niederſchlag* von Mekonſäure, Baryt, Morphium und Extractivſtoff entſteht, aus welchem Alkohol den gröſsten Theil des Extractivſtoffs auszieht. Das mekonſaure Morphium ſoll ſich dann durch Schwefelſäure zerſetzen laſſen, aber auf dieſem Wege nicht reine, ſondern eine noch mit viel färbendem oder extractiven Stoff und eine gewiſſe Menge Morphium verbundene Mekonſäure geben, welche ſich nur durch Sublimation von dieſen befreien laſſe. — Ich habe das vorgeſchriebene Verfahren genau wiederholt, aber eine ſo geringe Men-

ge Säure erhalten, dafs ich nun begreife, warum Herr Sertürner uns von ihr so wenig gesagt hat.

Nach der Behauptung dieses Pharmaceuten ist das Derosne'sche Salz *neutrales mekonsaures Morphium;* und da es in den wäfsrigen Auflösungen des Opiums enthalten sey, und es nur einiger Tropfen Ammoniaks bedürfe, um die Basis abzuscheiden, so müsse es, glaubt er, sehr leicht seyn, dasselbe zu zersetzen. Wie kömmt es denn aber, dafs Herr Sertürner sich dennoch dieser leicht und rein zu erhaltenden Verbindung (des Derosne'schen Salzes) nicht bedient hat, um daraus die Mekonsäure darzustellen? Ich glaubte anfangs, dieses liege blos daran, dafs er sich keine hinlängliche Menge von derselben habe verschaffen können, und bediente mich daher einer von Herrn Derosne selbst bereiteten Probe dieses Salzes, das ich seiner Güte verdankte, um zu versuchen, die Säure und die Basis desselben einzeln darzustellen.

Ich versicherte mich zuerst, dafs diese Derosne'sche Substanz die einzige Eigenschaft nicht besitzt, welche Herr Sertürner von der Mekonsäure erkannt hat, nämlich nicht die Eigenschaft, die Eisen-Auflösungen zu röthen und zu fällen. Darauf kochte ich über eine bekannte Menge derselben, ätzende koncentrirte Kali-Lauge, und sättigte dann diese mit Salpetersäure. Die Flüssigkeit, welche ich so erhielt, wurde aber von keinem Reagens gefällt, und Eisen-Auflösungen brachten in ihr keine Spur von Roth hervor. — Ich löste nun gleiche

Mengen Derosne'sches Salz und salzsauren Baryt in Alkohol auf, und erhielt die Auflösung lange Zeit im Kochen; dessen ungeachtet erfolgte nicht die geringste Zersetzung, und das Salz schlug sich nach Maafsgabe, als der Alkohol verdunstete, nieder, aber ohne alle Veränderung. — Um, wo möglich, diese Derosne'sche Substanz wieder in die nämlichen Umstände zu versetzen, unter welche sie sich in den Opium-Auflösungen befinden muss, löste ich von ihr 2 Grm. in schwacher Essigsäure auf, fällte die Auflösung durch Ammoniak, das in Uebermaas zugesetzt und damit gekocht wurde; und dampfte nach dem Filtriren die Flüssigkeit mit der größten Vorsicht ab. Sie zeigte keine Spur einer fremden Säure, zu welchem Zeitpunkt der Concentration ich sie auch untersuchte, und verflog beim Abdampfen endlich ganz, wie es reines essigsaures Ammoniak gethan haben würde. Der Niederschlag wog, nachdem er gut gewaschen worden, kaum $\frac{1}{3}$ weniger als das genommene Salz, und was noch auffallender war, er hatte alle Eigenschaften dieses Salzes behalten, wirkte gar nicht auf geröthete Lackmustinktur, und wurde aus seiner Auflösung in Alkohol durch Wasser niedergeschlagen. — Als ich diesen Versuch mit Schwefelsäure wiederholte, erhielt ich einen ähnlichen Erfolg; ich brauchte überdem die Vorsicht, dem kleinen Apparat eine solche Einrichtung zu geben, dass, wenn sich Gas entbunden hätte, es wäre aufgefangen worden.

Ich könnte noch eine grosse Menge anderer

Verſuche erzählen, die ich eben ſo erfolglos angeſtellt habe, weil ich zu groſses Vertrauen in das ſetzte, was Herr Sertürner angekündigt hatte, bis ich es endlich aufgab, aus Derosne's Salz die Sertürner'ſche Mekonſäure zu erhalten. — Ich ſuchte ſie nun aus dem Opium ſelbſt in bedeutenderer Menge, als ſie Herr Sertürner gehabt hatte, auszuſcheiden, und zwar bediente ich mich dazu der Magneſia, mit welcher ich das Morphium aus den Opium-Auflöſungen geſchieden hatte, weil ich vermuthete, dieſe müſſe ſich im Uebermaaſs mit der Mekonſäure zu einem baſiſchen Salze verbunden haben, das eben, wegen dieſes Uebermaaſses unauflöslich ſey. Ich behandelte daher dieſe rückſtändige Magneſia zuerſt mit Alkohol, um das Morphium noch vollends aus ihr auszuziehen, und dann mit ſehr verdünnter Schwefelſäure, welche dieſe Magneſia faſt ganz auflöſte, ſich dadurch braun färbte, und nun ſtark die Eiſen-Auflöſungen röthete. Um die Schwefelſäure aus dieſer ſauren Flüſſigkeit wegzuſchaffen, ſetzte ich ſalzſauren Baryt hinzu; der Niederſchlag war ſchwach roſenroth und beſtand aus mekonſaurem und aus ſchwefelſaurem Baryt. Den erſtern zerſetzte ich durch ſchwache Schwefelſäure; dieſe muſs aber lange Zeit in der Wärme über dem Niederſchlage digerirt werden, weil ein fremder beigemiſchter Körper den mekonſauren Baryt verlarvt und macht, daſs er ſchwer zerlegbar iſt. Von dieſem fremden Körper läſst ſich die Mekonſäure nur durch Sublimation trennen, und ſo ſo lange er bei

ihr ist, ist sie nur sehr wenig auflöslich; auch muss man sehr viel Wasser nehmen, um sie auszuziehen, nachdem der mekonsaure Baryt zersetzt ist. Ueberlässt man die Flüssigkeit, nachdem sie hinlänglich koncentrirt worden, der Verdunstung, so krystallisirt die Säure aus ihr selbst in der Hitze, in Gestalt kleiner Verästelungen oder strahliger Büschel von röthlich gelber Farbe. Um sie rein zu erhalten, muss man sie in einer kleinen Menge kalten Wassers waschen, gut trocknen, und bei mässiger lang fortgesetzter Wärme sublimiren. Es ist dabei unumgänglich nöthig, im Anfange das Feuer sehr zu mässigen, denn es entbindet sich dann sehr viel Feuchtigkeit, welche einen Theil der Säure, wenn die Hitze zur Verflüchtigung derselben hinreichend ist, mit fortnimmt; ist aber die Feuchtigkeit fortgetrieben, so kann man die Temperatur erhöhen, wenn man sie nur nicht so weit treibt, dass der die Mekonsäure verunreinigende Körper verbrennt, weil man sie ohne diese Vorsicht mit brenzlichem Oehle verunreinigt und verbunden erhält.

Hat man die *Mekonsäure* auf diese Art gereinigt, so besitzt sie folgende *Eigenschaften*. Sie ist weiss, und stellt sich in verschiedenen Gestalten dar, in langen Nadeln, in vierseitigen Blättchen, manchmal auch in Verästelungen, welche aus sehr länglichen Octaedern bestehen. — Sie schmelzt in einer Wärme von 120 bis 125° C., und sublimirt sich dann sogleich, ohne sich dabei im mindesten zu zersetzen, wenn die Hitze hinlänglich gemässigt wird; und da

ſie ſehr ſchmelzbar iſt, ſo vereinigen ſich dann die an der Decke des Gefäſses ſich anſetzenden Kryſtalle ſehr bald zu einer einzigen Maſſe, wie das bei dem Kampfer der Fall iſt. — Sie iſt ſehr auflöslich, ſowohl in Alkohol, als in Waſſer. — Sie röthet die Lackmustinktur. — Nur auf die Auflöſungen des Eiſens, beſonders auf die im Maximo der Oxydirung, hat ſie einen merklichen Einfluſs; dieſe färbt ſie äuſserſt intenſiv roth, ohne jedoch in ihnen, wie Herr Sertürner meinte, einen Niederſchlag zu bilden. — Auch das ſchwefelſaure Kupfer ändert ſeine Farbe beim Hinzukommen von Mekonſäure, und wird ſehr ſchön ſchmaragdgrün, ohne daſs ſogleich ein Niederſchlag entſteht; erſt mit der Zeit ſetzt ſich ein pulverartiger blasgelber Bodenſatz ab. Ebenfalls trübt ſich die Auflöſung des ätzenden Sublimats durch die Mekonſäure auf die Länge. — Die Mekonſäure bildet endlich mit *Kali*, mit *Natron* und mit *Kalk* mehr oder weniger auflösliche Salze, giebt dagegen mit *Baryt* oder Baryt-Verbindungen keine Niederſchläge, woraus ſich erklärt, warum Herr Sertürner bei ſeinem Verfahren von ihr ſo wenig erhielt. Daſs ich ſie durch ſalzſauren Baryt in Menge bekommen habe, liegt an dem ſchon von mir erwähnten Umſtand, daſs, wenn man eine Opium-Auflöſung über Magneſia kocht, dieſe auſser dem Morphium und der Mekonſäure noch einen dritten ihnen völlig fremden Körper mitnimmt, welcher das Niederfallen des mekonſauren Baryts beſtimmt, das indeſs nie vollſtändig iſt, in-

dem immer Mekonsäure in der Flüssigkeit bleibt, weil der mekonsaure Baryt in der That auflöslich ist. Ich werde wahrscheinlich Gelegenheit haben, auf diesen Körper zurück zu kommen; für jetzt aber habe ich mich nicht damit aufgehalten, ihn näher zu untersuchen, um mein Ziel nicht aus den Augen zu verlieren.

3. Das Derosne'sche Salz.

Was mich nämlich am mehrsten interessirte, war, die Verbindung der Mekonsäure mit dem Morphium kennen zu lernen, um sie mit Herrn Derosne's Salz vergleichen zu können. Ich habe sie aus sehr reinen Ingredientien zu Stande gebracht, und zwischen beiden Verbindungen (dem mekonsauren Morphium und Derosne's Salze) *gar keine Aehnlichkeit* gefunden. Das *mekonsaure Morphium* ist äusserst auflöslich, sowohl in Wasser als in Alkohol, krystallisirt nicht, behält (was vorzüglich zu bemerken ist) stets die für die Mekonsäure charakteristische Eigenschaft, die Eisen-Auflösungen stark zu färben, und wird von den Alkalien zersetzt; das Morphium trennt sich allmählig in Gestalt kleiner körniger, mehr oder minder glänzender Krystalle. Es scheint mir daher offenbar zu seyn, dass das Derosne'sche Salz, nicht, wie Herr Sertürner behauptet, mekonsaures Morphium ist.

Ich kam daher auf den Gedanken, es möge die Mekonsäure vielleicht blos die freie Säure des Opiums seyn, das Morphium aber in dem Opium-

Extracte mit einer andern Säure in Verbindung ſtehen und mit ihr das Derosne'ſche *Salz* bilden. Um mich hierüber zu belehren, forſchte ich nach dieſer andern Säure in dem flüſſigen Rückſtande der Opium-Auflöſung, den ich übrig behalten hatte, nachdem das Morphium und die Mekonſäure aus ihr abgeſchieden worden waren. Ich fällte dieſen flüſſigen Rückſtand mit baſiſchem eſſigſaurem Blei, und behandelte das anſehnliche Magma, das auf dieſe Art entſtand, mit Schwefel-Waſſerſtoffgas. Die ſtark gefärbte, braunrothe Flüſſigkeit, welche ich erhielt, röthete die Lackmustinktur lebhaft, und ſetzte beim Sättigen mit Baryt eine groſse Menge eines färbenden Stoffs ab, indeſs die Säure in der Auflöſung im Zuſtande eines Salzes blieb. Nachdem ich ſo lange Schwefelſäure zugeſetzt hatte, bis aller Baryt ſich abgeſchieden hatte, war die Auflöſung weit weniger farbig als zuvor, ſchmeckte ziemlich rein ſauer, und röthete nicht die Eiſen-Auflöſungen, ſie mochten auch noch ſo ſtark oxydirt ſeyn, ſondern erhöhte blos bedeutend ihre Farbennüancen. Dieſe Säure verflüchtigt ſich nicht, und ich habe an ihr keine ausgezeichnete Eigenſchaft wahrgenommen. Als ich ſie mit dem Morphium verband, erhielt ich ein neues Salz, welches wie das mekonſaure Morphium in Waſſer und in Alkohol auflöslich iſt, aber nicht kryſtalliſirt, und von den Alkalien zerſetzt wird; folglich nichts mit dem kryſtalliniſchen Körper Derosne's zu thun hat.

Ich sehe es daher nunmehr als völlig bewiesen an, dafs das Morphium und das Derosne'sche Salz beide zwar in dem Opium enthalten, aber verschiedene und von einander ganz unabhängige Körper sind.

Herr Derosne hat sich darin getäuscht, dafs er das Morphium für eine Verbindung von Kali mit der krystallisirbaren Substanz des Opiums hielt; man hatte bis dahin in der Pflanzenwelt nichts Aehnliches gefunden, und es bedurfte einer gewissen Kühnheit und inniger Ueberzeugung, um das Wahre zu treffen, und Herr Derosne drückt sich so aus, dafs man leicht sieht, dafs er nicht weit davon entfernt war. „Ich habe versucht, sagt er, diesem Salze die geringe Menge von Kali, mit der es verbunden ist, dadurch zu entziehen, dafs ich es in den mächtigsten Säuren auflöste, aus ihnen durch ein gut gesättigtes kohlensaures Alkali wieder niederschlug, und den Niederschlag in kochendem Wasser wusch und in Alkohol auflöste, das Kali war aber noch immer dabei, denn die Auflösung grünte den Veilchensaft. Sehr auffallend ist es aber, dafs diese Erscheinung nicht statt findet, wenn man das *reine Salz* aus Opium oder Opium-Extract in Säuren auflöst und aus ihnen durch ein Alkali niederschlägt; es ist dann eben so rein als anfangs, und die Auflösung desselben in Alkohol grünt den Veilchensaft nicht, und giebt mit Wasser einen reichlichen Niederschlag."

Herr Sertürner irrt sich, wie wir sehen, offen-

bar, wenn er behauptet, Herrn Derosne's Salz ſey eine Verbindung des Morphium mit Mekonſäure, worüber er keinen Verſuch, ſondern nur Wahrſcheinlichkeiten und Vermuthungen hat. Man muſs ſich um ſo mehr über die Art wundern, wie er von einer mit Recht allgemeinem geſchätzten Arbeit ſpricht.

4. Analyſe des Opiums.

Zum Beſchluſſe gebe ich hier noch einen Beweis, daſs die beiden angeführten kryſtalliſirenden Subſtanzen in dem rohen Opium zugleich vorhanden ſind. Sie laſſen ſich nämlich beide gerade zu durch folgendes Verfahren erhalten. Man behandle das Opium nicht mit Waſſer, ſondern mit Aether. Dadurch erhält man mehr oder minder dunkelgelbe Auflöſungen, die, wenn man ſie mit dem feſten Rückſtande ſchüttelt und dann abgieſst, eine lange Zeit über trübe bleiben, aus denen ſich aber mit der Zeit ein gelbliches Pulver zu Boden ſetzt, welches in Waſſer, in Alkohol und in Aether unauflöslich iſt, und beim Deſtilliren viel Ammoniak giebt. Aus der ätheriſchen Tinktur ſchieſsen beim Abdampfen Kryſtalle an, welche mit einem zähen Oehle geſchwängert ſind, in deſſen Mitte man kleine feſtere Maſſen ſchwimmen ſieht, die nichts anders als Kautſchuk ſind, den man mittelſt einer Röhre einzeln herausheben kann. Man gieſse die öhlige Flüſſigkeit ab, und behandle dann die Kryſtalle mit kochendem Alkohol; dieſer ſetzt beim Er-

kalten das Derosne'sche Salz ab, das von dem wenigen Kautschuk, womit die Krystalle noch geschwängert sind, durch ein abermaliges Auflösen und Krystallisiren völlig zu trennen ist. Auf diese Art erhält man einzeln sehr leicht die vier folgenden Körper: ein *fixes Oehl*, *Kautschuk*, einen *vegetabilisch-thierischen* Körper, und das von mir beschriebene *Salz*. — Giesst man auf den mit Aether ausgezogenen Rückstand des Opiums Wasser, so erhält man Auflösungen, die eben so sauer sind, sich mit der Magnesia eben so verhalten, und mit ihr ungefähr eben so viel *Morphium* mit derselben Leichtigkeit hergeben, als das noch unbehandelte Opium.

Man sieht hieraus, dass diese beiden krystallisirenden Körper in dem Opium auf eine völlig von einander unabhängige Art vorhanden sind. Es ist nun Sache der Physiologen und der Aerzte, die Wirkung zu erforschen, welche diese beiden Körper einzeln auf die thierische Oekonomie äussern, und uns zu belehren, ob wir suchen müssen, in den zu ärztlichem Gebrauch bestimmten Opium-Präparaten beide zu erhalten, oder nicht.

IV.

Wirkung des Morphiums auf die thierische Oekonomie,

von

P. Orfila in Paris *).

1. Das bloſse Morphium läſst ſich bis auf Mengen von 12 Gran in den Magen der ſchwächſten Hunde bringen, ohne irgend einen Zufall zu erzeugen. Eine gleiche Doſis wäſsrigen Auszugs aus dem Opium, wirkt als ein heftiges Gift, und zieht manchmal den Tod nach ſich. Dieſe Unwirkſamkeit des Morphiums beruht auf die geringe Auflöslichkeit deſſelben, und auf die Schwierigkeit, mit der es von den Magenſäften angegriffen wird.

2. Die im Waſſer auflöslichen Morphium-Salze, z. B. das eſſigſaure, das ſchwefelſaure, das chlorine-waſſerſtoffſaure Morphium etc. wirken mit gleicher Heftigkeit als das wäſsrige Opium-Extract, und bringen ganz dieſelben Symptome hervor. Dieſes deutet darauf, daſs die Wirkungen des letztern Heilmittels von einem Morphium-Sal-

*) Ebendaher frei überſetzt von *Gilbert*.

zu herrühren; wahrscheinlich von mekonsaurem Morphium, dessen Vorhandenseyn Herr Sertürner zuerst angekündigt hat, und das durch die Versuche des Herrn Robiquet bestätigt worden ist. Dieses wichtige Resultat muss natürlich darauf führen, das Morphium in inländischen Pflanzen aufzusuchen, und es aus ihnen auszuscheiden, um es in ein Salz zu verwandeln, und dieses an die Stelle des wässrigen Opium-Extracts zu setzen.

3. Hat man aus dem wässrigen Extracte des Opium das Morphium abgeschieden, so lässt sich dieser Extract in grosser Dosis geben, ohne dass er die Symptome der Vergiftung hervorbringt; und wenn er mitunter eine geringe Wirksamkeit behält, so kömmt diese daher, weil das Morphium nicht vollständig aus demselben war abgeschieden worden.

4. Es wirken 6 Gran Morphium in Olivenöhl aufgelöst eben so heftig als 12 Gran des wässrigen Opium-Extractes. Dieses beweist, dass das Oehl die giftigen Eigenschaften des Morphiums weit weniger neutralisirt, als die Säuren. Eine Thatsache, die bemerkt zu werden verdient, da sie uns Mittel an die Hand giebt, die medicinischen Kräfte des wässrigen Opium-Extractes einigermaasen zu verdoppeln, wozu man bis jetzt noch nicht gelangt war.

5. Das Morphium wirkt weit heftiger (gleich allen Körpern, die um in Wirksamkeit zu kommen, absorbirt werden müssen), wenn man es in

die Venen einſpritzt, als wenn man es auf das Zellgewebe oder in den Verdauungs-Kanal bringt.

6. Die Vergiftung durch Morphium iſt in nichts von der verſchieden, welche das Opium bewirkt, und muſs auf dieſelbe Weiſe als dieſe behandelt werden. Zuerſt muſs man ſuchen das Gift durch Brechmittel heraus zu ſchaffen und dann hinlänglich verdünnte Pflanzenſäuren, Kaffee-Aufguſs u. d. m. eingeben. Dieſe Mittel, denen manchmal noch Aderläſſe an der Halsvene oder am Arme beizugeſellen ſind, helfen faſt immer, wie ich in meinem Werke *über die Gifte* nachgewieſen habe.

7. Alkohol, den man ſo ſtark mit Waſſer verdünnt hat, daſs er auf Hunde keine Wirkung äuſsert, löſt nur ſo wenig Morphium auf, daſs ich durch Eingeben deſſelben nach dieſem Auflöſen, nie eine Wirkung auf Thiere hervorbringen konnte. Wahrſcheinlich wird ſich aber dieſe Auflöſung des Morphiums in Alkohol auf den menſchlichen Körper nicht ohne Erfolg zeigen, da dieſer an geiſtige Getränke gewöhnt iſt, und daher eine anſehnliche Menge ſchwachen Alkohols ohne allen Nachtheil zu ſich nehmen kann.

V.

Ueber eins der fürchterlichſten Gifte der Pflanzenwelt, als ein Nachtrag zu ſeiner Abhandlung über die Mekonſäure und das Morphium; mit Bemerkungen, den aciden Extractivſtoff des Opiums und ſeine Verbindungen betreffend;

von

Dr. F. W. Sertürner in Einbeck *).

1. Von dem Opium im Allgemeinen und der Mekonſäure im Beſonderen, ihren Eigenſchaften, und einige Vergiftungen durch ſie.

Ich trete noch ein Mal auf, um in dieſen Annalen einen Gegenſtand zu verhandeln, der mit jedem Schritte vorwärts, an Intereſſe zunimmt, und un-

*) Ich erhielt dieſe Fortſetzung der im Januarhefte (B. 55. S. 56. f.) enthaltenen Unterſuchungen des Herrn Verfaſſers über das Opium und die beiden merkwürdigen Körper, welche er in demſelben aufgefunden hat, als ſchon an dem vorſtehenden Aufſatz geſetzt wurde, und theile ſie meinen Leſern ſogleich mit, weil mir beide Arbeiten durch dieſe Zuſammenſtellung an Intereſſe zu gewinnen ſcheinen. Herrn Robiquet's kritiſche Erörterungen waren Herrn Dr. Sertürner, als er dieſen Nachtrag abſchickte, noch nicht bekannt;

fere Kenntnifs in ſo vieler Hinſicht erweitert, daſs ſich uns erſt jetzt der Werth des Opiums als Arzneimittel in ſeinem ganzen Umfange zu enthüllen ſcheint. Das, was wir bisher darüber wuſsten, gilt blos für die verſchiedenen Formen des mekonſauren Morphium, alſo für die Verbindung zweier Körper, welche im getrennten Zuſtande faſt entgegengeſetzte Kräfte beſitzen. Das Morphium ſteigert nämlich die Lebensthätigkeit, und erregt in geringen Doſen ein angenehmes Gefühl und Schlaf; die Mekonſäure wirkt dagegen faſt in jeder Menge als ein Gift, welches unſtreitig zu den gröſseſten Feinden des thieriſchen Lebens gehört. Zwar habe ich in meiner vorigen Abhandlung von der Unſchädlichkeit der Mekonſäure geredet *), zufällig bemerkte ich aber, ſeitdem, daſs ſie zu den ſchrecklichſten Giften gehört. Durch das Auffinden dieſes Irrthums gewinnt der hier behandelte Gegenſtand mit einem Male für die Arzneiwiſſenſchaft eine andere Geſtalt und ein doppeltes Intereſſe, und die Berichtigung dieſes Irrthums iſt es, was ich beſonders in gegenwärtigem Nachtrage beabſichtige, daher ich hiermit anfange.

Daſs ich dieſe Säure früherhin für unſchädlich

hierin würde ich eine reichliche Quelle zu Anmerkungen gefunden haben, hätte ich nicht geglaubt, mich jeder Bemerkung enthalten zu müſſen, welche ſich dem aufmerkſamen Leſer beider Aufſätze von ſelbſt aufdrängt. *Gilb.*

*) Gilb. Annal. Januarheft S. 74.

hielt, kam daher, daſs ich die Mekonſäure, welche ich einnahm, aus mekonſaurem Baryt, der auf einem warmen Ofen getrocknet worden, durch Schwefelſäure abgeſchieden hatte, die Säure aber in dieſem Salze ſchon bei mäſsiger Hitze zerſtört wird, wie ich in der Folge meiner Unterſuchung fand. Ganz anders aber zeigte ſich die Sache, als ich in der Folge zufällig mekonſaures Natron koſtete. Ich wurde kurz darauf von einem Gefühl befallen, welches wohl den letzten Augenblicken eines Erhängten wenig nachgeben möchte. Da ich die Urſache in der Mekonſäure ahnete, nahm ich meine Zuflucht zu einigen Tropfen Salpeterſäure, in der Abſicht, dieſe Pflanzenſäure zu zerſtören, und nun kehrte mein Wohlbefinden bald wieder. Ich hatte ſchon mehrere Tage an Halsweh gelitten, der heftige Angriff meines Reſpirations-Organs durch dieſe Säure mochte alſo wohl eine Folge der groſsen Reitzbarkeit der Drüſen ſeyn; denn geſunde Perſonen klagten nach dem Genuſs der mekonſauren Salze blos über erſchwertes Athmen und Drücken in der Bruſt.

Ich lieſs nun ein zartes Hündchen von 1 bis 2 Monaten 3 Gran mekonſaures Natron mit Milch verſchlucken. Es ſtellte ſich Erbrechen ein, und das ſonſt muntere Thier verlor bald darauf die Kraft ſeiner Füſse ſo, daſs es ſich nicht auf ſein etwas erhöhetes Ruhebett verfügen konnte. Beſonders ſchienen die Hintertheile gelähmt zu ſeyn. Es athmete tiefer, lief ängſtlich herum, lieſs unter

schwachen Zuckungen heftige Klagetöne aus, und machte dann die Bewegung, als wolle es etwas verschlucken, wobei sich aus beiden Seiten der Schnauze eine wasserhelle Flüssigkeit in schnell auf einander folgenden Tropfen ergoss. Hals und Brustorgan schienen nach diesem allen vorzüglich angegriffen zu werden. Nach einer starken Ausleerung verloren sich Mattigkeit und Angst, und der erwartete Tod folgte nicht. — Die ausgewürgte milchartige Flüssigkeit wurde ihm nachher mit Brodtkrumen von neuem beigebracht, worauf sich sein Zustand wieder verschlimmerte. Etwa $\frac{1}{10}$ Gr. von dem Salz, welches ich schmeckte, verursachte mir jenes oben berührte ängstliche Gefühl, obgleich in geringem Grade.

Einem andern 8 Wochen alten Mopshündchen wurde 1 Gran mekonsaurer Baryt beigebracht. Es lief ungewöhnlich schnell herum, und kratzte und sprang übermässig. Nachdem es noch 1 Gran erhalten hatte, traten die obigen Erscheinungen ein, und bei einer Ausleerung gingen ein gewiss 4 bis 6 Ellen langer *Bandwurm* und mehrere kleine Würmer ab. — Auch bei Menschen wird Abgang der Würmer bewirkt, schon wenn $\frac{1}{2}$ Gran von diesen Salzen gegeben wird.

Nicht uninteressant würde es seyn, dieses Gift als Salz oder Säure Thieren einzuimpfen; denn die Wirkung, welche diese innerlich verursachen, haben viel Aehnlichkeit mit denen, welche nach Her-

ſefield der Saft von *Anthiaris toxicaria* und *Strychnos tieute Leſch.* äuſserlich verurſacht *).

Man ſieht hieraus, daſs die Mekonſäure dem Morphium, welchem das Opium ſeine eigenthümlichen Heilkräfte verdankt, entgegen wirkt, und daſs es deſſen wohlthätige Kraft zum Theil vernichten muſs. Das Morphium ſcheint daher auch ein Gegenmittel gegen Vergiftungen durch die Mekonſäure zu ſeyn, und umgekehrt. Welche Folgen dürfen wir uns daher nicht von dem Morphium und dem Opium verſprechen, wenn dieſes gefährliche Gift davon entfernt wird, und wie ſehr haben wir nicht Urſache, uns zu beeilen, aus den Opium-Präparaten dieſe Säure zu verbannen. Es wäre, glaube ich, zu wünſchen, daſs alle Apotheken angehalten würden, durch vorſichtiges Zutröpfeln einer Auflöſung von eſſigſaurem oder ſalzſaurem

*) Ich habe dieſes wirklich an dem erwähnten kleinen Mopshündchen an der innern Seite der Hintertheile verſucht. Die Wunde iſt ſeit 3 Tagen beinahe vernarbt. Es befindet ſich aber in einem ſiechen Zuſtande, welcher immer mehr zunimmt, und ſein nahes Ende vermuthen läſst. Es magert ab, iſt ſehr ſchwach, kratzt und ſchreit zu Zeiten. Dieſes Gift erinnert mich an die ſogenannte problematiſche *aqua tophana*. Denn eine ſchwache völlig geſchmackloſe und farbenloſe Auflöſung dieſes Giftſalzes habe ich bereits mehrere Tage dem zuvor erwähnten Hündchen löffelweiſe mit Milch gegeben; es magert danach ab, wird ſchwach und ſeine Kräfte ſinken mit jedem Tage mehr dahin. Bei Menſchen möchte ich es nicht verſuchen. Gegen die Würmer ſcheint dieſes Gift ein wahres Specificum zu ſeyn. *Sertürner.*

ſchwachen Zuckungen heftige Klagetöne aus, und machte dann die Bewegung, als wolle es etwas verſchlucken, wobei ſich aus beiden Seiten der Schnauze eine waſſerhelle Flüſſigkeit in ſchnell auf einander folgenden Tropfen ergoſs. Hals und Bruſtorgan ſchienen nach dieſem allen vorzüglich angegriffen zu werden. Nach einer ſtarken Ausleerung verloren ſich Mattigkeit und Angſt, und der erwartete Tod folgte nicht. — Die ausgewürgte milchartige Flüſſigkeit wurde ihm nachher mit Brodtkrumen von neuem beigebracht, worauf ſich ſein Zuſtand wieder verſchlimmerte. Etwa $\frac{1}{10}$ Gr. von dem Salz, welches ich ſchmeckte, verurſachte mir jenes oben berührte ängſtliche Gefühl, obgleich in geringem Grade.

Einem andern 8 Wochen alten Mopshündchen wurde 1 Gran mekonſaurer Baryt beigebracht. Es lief ungewöhnlich ſchnell herum, und kratzte und ſprang übermäſsig. Nachdem es noch 1 Gran erhalten hatte, traten die obigen Erſcheinungen ein, und bei einer Ausleerung gingen ein gewiſs 4 bis 6 Ellen langer *Bandwurm* und mehrere kleine Würmer ab. — Auch bei Menſchen wird Abgang der Würmer bewirkt, ſchon wenn $\frac{1}{2}$ Gran von dieſen Salzen gegeben wird.

Nicht unintereſſant würde es ſeyn, dieſes Gift als Salz oder Säure Thieren einzuimpfen; denn die Wirkung, welche dieſe innerlich verurſachen, haben viel Aehnlichkeit mit denen, welche nach Her-

ſefield der Saft von *Anthiaris toxicaria* und *Strychnos tieute Leſch.* äuſserlich verurſacht *).

Man ſieht hieraus, daſs die Mekonſäure dem Morphium, welchem das Opium ſeine eigenthümlichen Heilkräfte verdankt, entgegen wirkt, und daſs es deſſen wohlthätige Kraft zum Theil vernichten muſs. Das Morphium ſcheint daher auch ein Gegenmittel gegen Vergiftungen durch die Mekonſäure zu ſeyn, und umgekehrt. Welche Folgen dürfen wir uns daher nicht von dem Morphium und dem Opium verſprechen, wenn dieſes gefährliche Gift davon entfernt wird, und wie ſehr haben wir nicht Urſache, uns zu beeilen, aus den Opium-Präparaten dieſe Säure zu verbannen. Es wäre, glaube ich, zu wünſchen, daſs alle Apotheken angehalten würden, durch vorſichtiges Zutröpfeln einer Auflöſung von eſſigſaurem oder ſalzſaurem

*) Ich habe dieſes wirklich an dem erwähnten kleinen Mopshündchen an der innern Seite der Hintertheile verſucht. Die Wunde iſt ſeit 3 Tagen beinahe vernarbt. Es befindet ſich aber in einem ſiechen Zuſtande, welcher immer mehr zunimmt, und ſein nahes Ende vermuthen läſst. Es magert ab, iſt ſehr ſchwach, kratzt und ſchreit zu Zeiten. Dieſes Gift erinnert mich an die ſogenannte problematiſche *aqua tophana*. Denn eine ſchwache völlig geſchmackloſe und farbenloſe Auflöſung dieſes Giftſalzes habe ich bereits mehrere Tage dem zuvor erwähnten Hündchen löffelweiſe mit Milch gegeben; es magert danach ab, wird ſchwach und ſeine Kräfte ſinken mit jedem Tage mehr dahin. Bei Menſchen möchte ich es nicht verſuchen. Gegen die Würmer ſcheint dieſes Gift ein wahres Specificum zu ſeyn. *Sertürner.*

Baryt diese gefährliche Gesellschafterin des Morphiums aus dem Opium zu entfernen, weil das Opium dem Morphium seine Wirkung verdankt, und auf jeden Fall die Mekonsäure als nachtheilig darin betrachtet werden muss. Jeder Sachkenner wird mir zugeben, dass wir die Aerzte nicht genug auf diesen Gegenstand aufmerksam machen, und ihnen Prüfung empfehlen können. Aus eigner Erfahrung kann ich versichern, dass bei heftigem Zahnweh und Krämpfen, wo das Opium fast ohne Wirkung war, das salzsaure Morphium augenblickliche Hülfe leistete.

Doch nicht blos für die Arzneikunde, auch für die Chemie hat die Mekonsäure ein ausgezeichnetes Interesse, indem sie neben ihren höchst lebensgefährlichen Eigenschaften, so viele andere Eigenthümlichkeiten besitzt, dass sie unstreitig zu den merkwürdigsten Säuren gehört, und unsere Aufmerksamkeit in keinem geringern Grade als das Morphium verdient. Während sie mit den mineralischen Säuren an Mächtigkeit wetteifert, zeigt sie eine grosse Verschiedenheit von allen andern Säuren. Mit den leicht auflöslichen Salzbasen, welche wir dieser Auflöslichkeit wegen Alkalien zu nennen pflegen, giebt sie im Wasser schwer- und in Alkohol fast un-auflösliche Salze, welche, so weit ich sie kenne, eine körnige Form besitzen und Poliedra zu seyn scheinen. Die Neigung der Salzbasen zu ihr ist so gross, dass sie bei ihrer Verbindung mit dieser Säure ihre ganze Natur beinahe einbü-

ſen und ihr aufopfern; daher herrſcht dieſe Säure in ihren Salzen, und ertheilt ihnen ihre vorzüglichſten Eigenſchaften, z. B. Schwerauflösbarkeit in Waſſer etc. Aus denſelben Gründen haben ihre Salze wenig oder gar kein Hydrat-Waſſer, und beſitzen ein ſtaubiges Anſehen. — Die Mekonſäure hat endlich die ausgezeichnete und charakteriſtiſche Eigenſchaft, die Eiſen-Auflöſungen zu röthen, und welch ein vortreffliches Reagens für das Eiſen ſie iſt, zeigt die folgende Erfahrung. Ich löſte einen Theil metalliſches Eiſen bei der Siedehitze in Salpeter-Salzſäure auf, miſchte dieſe Auflöſung zu 1 Million Theile deſtillirtem Waſſer, das ich mit eiſenfreier Salzſäure ſchwach geſäuert hatte, und bemerkte ein auffallendes Röthen, ſelbſt dann, als ich noch ein gleiches Gewicht Waſſer hinzufügte *).

Auf folgende Weiſe läßt ſich *mekonſaures Natron* auf dem kürzeſten Wege rein darſtellen. Man digerire mekonſauren Baryt mit einer hinreichenden Menge in wenig Waſſer aufgelöſtem ſchwefelſaurem Natron, und filtrire die Flüſſigkeit heiß. Beim Erkalten ſcheidet ſich das ſchwer auflösliche Salz ab, in kleinen kaum ſichtbaren Körnern gruppirt. Man befreie dieſe mittelſt Preſſen zwiſchen feinem Leinen von der Flüſſigkeit, löſe ſie in wenig Waſſer auf, erhitze die Auflöſung, und laſſe ſie kryſtalliſiren, ſo erhält man nach dem Abwaſchen und äuſerſt vor-

*) Ich wendete hier mekonſaures Natron und Ammoniak an. *Sertürner.*

fichtigem Trocknen ein blendend weifses Salz.*) Wir verdanken diefe Darftellungsart der mekonfauren Salze Herrn Lange, den ich fchon in meiner vorigen Abhandlung (Januarh. S. 67.) rühmlich erwähnt habe. Brieflich und daher nur flüchtig hingeworfen, hat er mir noch die folgenden Bemerkungen mitgetheilt, die ich durch Anmerkungen ergänze, wünfchend, dafs Herr Lange uns recht bald etwas Ausführlicheres hierüber bekannt mache **).

Das (bafifche) mekonfaure Morphium läfst fich, ihm zu Folge, direkt durchs Verfaulen des Opiums

*) Man kann auch den mekonfauren Baryt durch Schwefelfäure zerlegen, und die erhaltene Flüffigkeit mit Ammoniak, Natron etc. fättigen, worauf man wie oben verfahre. Diefe Salze laffen fich auch durch gelinde Digeftion mit Alkohol vom extractivfauren Natron, Ammoniak etc. befreien. Ift man im Befitz eines reinen farbenlofen auflöslichen mekonfauren Salzes, fo läfst fich leicht durch Zerfetzung mit effigfaurem Blei oder Baryt das unauflösliche mekonfaure Blei oder der fchwerauflösliche mekonfaure Baryt gewinnen und daraus die Säure darftellen. Das rohe Baryt-Salz bereitet man am vortheilhafteften aus einer geiftigen Opiumtinktur, welche alsdann ein vorzüglicheres Arzneimittel ift, als die gewöhnliche, denn fie enthält ftatt der höchft gefährlichen Mekonfäure die unfchädliche Effigfäure. *Sertürner.*

**) Nach ihm foll auch das Goldoxyd eine gröfsere Neigung als das Eifen zu der Mekonfäure befitzen, und diefes Salz zerfetzen; das mekonfaure Gold ift intenfiv blau. *Sertürner.*

darstellen, und auch das so schwer zerlegbare extractivsaure Morphium auf diesem Wege zerlegen, und das Morphium gewinnen. Diese schwer auflösliche Säure krystallisirt in glimmerartigen Blättern aus ihren wässerigen Auflösungen; aus der der Wärmestoff-Auflösung (Thermat) krystallisirt sie dagegen in langen Nadeln.

Herr Lange benachrichtigt mich ferner in seinem letzten Schreiben, dass er meine Beobachtungen *) bestätigt finde, dass in trockenen und sogar in frischen eben erst abgeschnittenen Theilen der Mohnpflanzen, weder Morphium noch Mekonsäure aufzufinden sey; diese müssen also das erstere als extraktivsaures Morphium enthalten. Dagegen strotzt, nach ihm, die Milch dieser Pflanzen von diesen Körpern, und daraus leitet er die sonderbare Erscheinung der grossen Reitzbarkeit der Milchgefäße des Mohns ab, welche augenblicklich beim Verwunden ihren Milchsaft ausstossen. Auch sollen, nach ihm, die übrigen Mohnarten, *Papaver argemone*, *dubium* etc. diese Substanzen enthalten.

Herr Lange hat Hühnern und Katzen 2 Gran Mekonsäure ohne Erfolg gegeben. Dieses stimmt damit überein, dass diese Thiere grosse Mengen Opium vertragen können; ich erinnere mich aus meinen frühern Jahren, dass ich aus Muthwillen einem Huhne 10 Gran Opium beigebracht habe, aber ohne Erfolg.

*) In dieser Ann. Januarh. S. 84. f.

Durch dieſe ſchätzbaren Beobachtungen werden die Widerſprüche über den Gehalt der hier wachſenden Mohnpflanzen an Mekonſäure und Morphium gehoben, und es gewinnt meine Vermuthung groſse Wahrſcheinlichkeit, daſs die ſo äuſserſt ſanft beruhigende Eigenſchaft unſerer trockenen Mohnköpfe vom Extractivſtoff-Morphium herrührt. Denn während Kindern von zartem Alter das Opium nicht zuträglich iſt, wiegt eine Abkochung der Mohnkapſel ſie in einen folgenloſen ſanften Schlaf, indem in dieſer Abkochung von der gefährlichen Mekonſäure keine Spur vorhanden iſt. Die Aerzte können auf dieſen Gegenſtand nicht aufmerkſam genug gemacht werden.

2. Von dem Morphium-Oxyde, ſeiner Reduction, Alkalität und Benennung; und Bereitungsart von Morphiumſalzen.

In meiner vorigen Abhandlung nenne ich das Morphium oft Morphium-Oxyd, ohne mich jedoch darüber zu erklären; wie ich dort überhaupt jede entfernte Rechtfertigung unterlieſs. Läſst ſich gleich auf dem Wege der Erfahrung der Sauerſtoff-Gehalt in dem Morphium, abgeſehen von ſeinem Waſſergehalt, nicht darthun, und habe ich gleich vergebens verſucht, das Radikal deſſelben frei darzuſtellen, ſo ſcheint mir doch aus der Elementarlehre und ihren Geſetzen hervorzugehen, daſs dieſer Körper eben ſo ein Oxyd eines Radikals ſey, wie das die übrigen Salzbaſen ſind. Dieſes Radikal nun nenne ich *Morphium*, den ſalzfähigen Körper des

Opiums aber *Morphium-Oxyd*. Und hierin liegt auch der Grund, warum ich den Namen Morphium mit dem von Herrn Gay-Luſſac vorgeſchlagenen *Morphine* zu vertauſchen, Anſtand nehme. Ich folgte hierbei, wie geſagt, der Analogie. Den ſalzfähigen Baſen reihte ich den ſalzfähigen Körper in dem Opium wegen ſeiner groſsen Neigung zu den Säuren an, und unter die Alkalien ſtellte ich ihn, weil er ſich in Waſſer auflöſt, (denn dieſes iſt die einzige Urſach, daſs die Alkalien die Pigmente verändern; die unauflöslichen mächtigen Salzbaſen würden dieſes auch thun, wenn ſie auflöslich wären). Das Ammonium, Aluminium und Osmium ſtehen dem Morphium als ihm verwandte Körper zunächſt, und ſo auch in Hinſicht der Bezeichnung.

Vielleicht gelingt es den mit gröſsern Apparaten verſehenen Beobachtern das Morphium-Oxyd zu entſauerſtoffen (denn wir dürfen dieſes eben ſo erwarten, wie von andern Salzbaſen) das heiſst, ſo, daſs ſein Radikal nicht zerſetzt wird, und mit dem Sauerſtoff anderweitige Verbindungen eingeht, wie es zum Beiſpiel beim Ammonium der Fall iſt. Einige Erſcheinungen laſſen mich auf eine Reduction ſchlieſsen, doch wage ich es nicht, dieſe als begründet aufzuſtellen.

Ich habe in meiner vorigen Abhandlung über das Morphium, in dem Nachtrage (Januarheft S. 85. f.) bemerkt, daſs das rohe Morphium, ſo lange es noch von der minder mächtigen Säure des Opiums (Extractivſtoff) etwas enthält, bei ſeiner

Präcipitation durch Alkalien etwas von dieſen mit ſich vereinige, und ſuchte hierin den Grund, welcher Herrn Derosne getäuſcht, und ihn verhindert hat, das Morphium und die Mekonſäure, denen er ſo nahe war, aufzufinden; indem, was er für den eigentlichen Hauptbeſtandtheil des Opiums hielt, bald Morphium, bald mekonſaures Morphium, bald Verbindung aus Morphium, Mekonſäure, Extractivſtoff, und dem Fällungsmitteln (Kali, Ammoniak) war. Es würde Hrn. Derosne, dem es nicht an Umſicht und Erfahrung fehlt, gewiſs gelungen ſeyn, dieſen verwickelten Gegenſtand völlig aufzuklären, wenn jener acide Extractivſtoff nicht im Spiele geweſen wäre *). Obgleich ich den Charakter des Extractivſtoffs kannte, bin doch auch ich von ihm irre geleitet worden, indem ich zu finden glaubte, daſs das rohe Morphium, wenn es lange an der Luft liegt, ſein Volum und Gewicht vermehre, in Waſſer auflöslicher werde und mit Säuren brauſe, und daſs das mit Kohlenſäure geſättigte Kali das Morphium als ein ſehr auflösliches Salz präcipitire. An raſches Experimentiren gewöhnt, hatte ich mir oft nicht die Zeit genommen, das Morphium völlig zu reinigen, weil mir noch keine kurze Methode bekannt war, und folgerte dieſes aus

*) Die mindermächtigen Säuren verdienen, wie man hieraus ſieht, unſere ganze Aufmerkſamkeit. Eine Arbeit über ſie werde ich nächſtens in dem Journal für Chemie und Phyſik mittheilen. *Sertürner.*

den angeführten Erſcheinungen und aus der abweichenden Form, in welcher einige Kryſtalle niederfielen. Allein Herr Lange, welcher meine Verſuche mit ganz reinem Morphium wiederholte, fand, daſs das kohlenſaure Kali, und eben ſo das halbkohlenſaure, reines Morphium abſcheidet; das Morphium fällt hierbei in Prismen nieder, welche ich in meiner erſten Abhandlung (Januarheft S. 65.) fälſchlich für kohlenſaures Morphium ausgegeben habe. Auch hierdurch tritt das Morphium in die Reihe der Salzbaſen, denn es beſitzt eben ſo wie das Aluminium, Strontium etc. zu wenig Mächtigkeit, um das Thermat (Gas) der Kohlenſäure zu zerlegen, weil die Wärme eine gröſsere Neigung zu dieſer Säure als dieſe ſchwachen Salzbaſen hat. Man würde kohlenſaure Verbindungen dieſer Art darſtellen können, wenn man die Wärme auszuſchlieſsen vermöchte, welches aber, da man hier des Waſſers als Hülfsmittel bedarf, wohl ſchwerlich möglich ſeyn wird *).

Auch hier ſchalte ich noch einige Erfahrungen des Herrn Lange ein, welche uns eine leichte

*) Dieſe Erſcheinung erläutert die bekannte, aber noch nicht erklärte Eigenſchaft, daſs das Lackmuspapier nicht in dem Säure-Thermate und Hydrat-Thermate, wohl aber in dem Hydrate (Januarheft S. 87. Anm.) geröthet wird, welches darauf beruht, daſs die Wärme der mindermächtigen Lackmusſäure, zu der ſie keine Neigung hat, kein Aequivalent darbietet, und folglich unter dieſen Verhältniſſen keine Zerſetzung denkbar iſt. *Serturner.*

Methode zeigen, Morphiumsalze rein darzustellen.

Das rohe Morphium, welches man durch Aetz-Ammoniak aus der mit Zusatz von Essig oder Salzsäure bereiteten Opium-Auflösung niedergeschlagen hat, übergiefse und erhitze man, mit etwas nicht zu sehr verdünnter Salzsäure, so dafs die Säure etwas hervorsteche, und filtrire die Flüssigkeit heifs. Sie krystallisirt (gerinnt) beim Erkalten zu einer weifsen federartigen Masse. Von dieser läfst sich die Flüssigkeit durch Ausdrücken zwischen feinem Linnem trennen, und ein nochmaliges Auflösen in wenig Wasser und eine ähnliche Behandlung giebt dann das *salzsaure Morphium* in blendender Weifse. Dieses Salz läfst sich auch direkt aus Opium und Salzsäure darstellen, welches jeden Zweifel gegen die basisch-alkalische Natur des Morphiums entfernen mufs. Das oben erwähnte Verfahren mittelst der Fäulnifs würde gleichfalls ein gutes Mittel abgeben, das Morphium und die Mekonsäure frei von dem Extractivstoff darzustellen, denn dieser ist wegen seiner aciden Eigenschaft ein grofses Hinderniss bei diesen Versuchen.

Das Angeführte wird hinreichen, für das Morphium und die Mekonsäure, das Interesse noch zu vermehren, welches es schon in der gelehrten Welt durch die Theilnahme gefunden hat, die zwei unserer berühmtesten Physiker, Gay-Lussac und Gilbert, ihnen geschenkt haben. Unsere Ansicht dieser merkwürdigen Körper findet sich durch dasselbe geläutert, und besonders erlangt da-

durch das Morphium als Arzneimittel einen neuen Werth, da es bisher nur in Gesellschaft der demselben entgegengesetzten, dem thierischen Leben so schädlichen Mekonsäure angewandt wurde. Dass das Morphium als ein basisches Princip, und noch dazu aus der Pflanzenwelt, als ein sehr heftiges Gift auftritt, ist ein Umstand, auf den ich indess noch aufmerksam machen will. Fast alles übrige Wirksame dieser Art aus dem Pflanzenreiche, trägt die acide Natur; denn fast alles, was wir aus demselben als Arzneimittel anwenden, trägt den Charakter der minder mächtigen Säuren, wie z. B. die Canthariden, das Bilsenkraut und andere. Denn es ist das charakteristische in der Pflanzenwelt, dass alle ihre Productionen acide sind, und dass im Gegentheil in dem animalischen Reiche fast alles basisch ist, d. h. der Gegensatz des aciden hier vorwaltet.

3. Von dem aciden Extractivstoff des Opiums und seinem Einflusse bei der Analyse dieser Substanz.

Zum Beschluss dieses Nachtrags will ich noch weniges hinzufügen, das mit dem Vorigen in einiger Beziehung steht. Besonders muss ich darauf aufmerksam machen, dass man bei Wiederholungen meiner Versuche auf die braune minder mächtige Opiumsäure, oder den aciden Extractivstoff, mehr Rücksicht, als es geschehen ist, zu nehmen und überhaupt den Gegenstand im Allgemeinen aufzufassen habe; denn die minder mächtigen Säuren spielen eine grosse Rolle bei der Untersuchung ve

getabiliſchen Subſtanzen, weil ſie da als mächtiges Hinderniſs auftreten, indem ſie als verbindendes Zwiſchenglied der Beſtandtheile, welche getrennt werden ſollen, erſcheinen. Nicht allein Derosne und ich, ſondern auch Neuere, haben ſich dadurch täuſchen laſſen! So erwähnt Herr Choulant, welcher meine Verſuche wiederholte, in dem Auguſtſtück der Annal. S. 342., eines kohlenſauren Morphiums. Nur das rohe Morphium iſt, wie ſchon erwähnt worden, fähig, Kohlenſäure zu binden, weil dieſes etwas von der mächtigen Baſis enthält, welche bei ſeiner Fällung angewendet wird. Dieſe Baſis zieht die Kohlenſäure ſo an, wie die mächtige Baſis mittelſt des Extractivſtoffes angezogen und an das Morphium gebunden wird. In einen zweiten Fehler iſt Herr Choulant dadurch verfallen, daſs er ſtatt des ſalzſauren Baryts, das eſſigſaure Blei vorſchlägt, indem dieſes faſt alle Beſtandtheile des Opiums fällt, woran wieder der acide Extractivſtoff ſchuld iſt. Selbſt dem mekonſauren Baryt ſchlieſst ſich Extractivſtoff und durch ihn etwas Morphium an. Auch die Bildung der mekonſauren Salze wird Herr Choulant bei ruhigerer Beobachtung anders finden; ebenfalls das Zahl-Verhältniſs der Beſtandtheile ſeiner unterſuchten Salze, und ihre Auflösbarkeit im Waſſer, denn die mekonſauren Salze ſind faſt alle ſchwer auflöslich beſonders in kaltem Waſſer, und ſo auch die Morphiumſalze, jedoch mit mehr Ausnahme. Indeſs verdient ſeine Arbeit doch den Dank der Chemiker, wenn ſie auch gleich

etwas zu rasch ausgeführt ist. Sie bestätigt manches und zeigt, wie sehr man Ursache hat, sich in die Natur des Gegenstandes hinein zu denken, ehe man ans Werk schreitet.

Gleich anfänglich entging dieses auch dem würdigen Verfasser dieser Annalen nicht, dem Deutschland so vielen Dank um die Erhebung und Verbreitung der höhern Naturwissenschaften schuldig ist; er bezeugte dieses dadurch, dass er den Gesichtspunkt in weiterer Beziehung auf die Wissenschaft auffasste. Die in dem Januarhefte meiner Abhandlung beigefügten Bemerkungen stützen sich auf den bisherigen Zustand der Wissenschaft, und von dieser Seite wird jeder Ihm beistimmen. Meine Ansichten, z. B. über minder mächtige Säuren, Acidität und Alkalität im Allgemeinen etc., stützen sich aber auf neue Erfahrungen, welche damals Herrn Gilbert nicht bekannt waren. So schätzenswerth das ist, was uns die Herren Chevreuil und Thenard mitgetheilt haben, und so weit ich entfernt bin, fremdes Verdienst zu schmälern, so muss ich doch bemerken, dass jene Chemiker ihre Ansichten über manches anders gefasst haben würden, wenn ihnen der höhere und frühere Stand der Wissenschaften in Deutschland in diesem Theile bekannt gewesen wäre.

Sie würden gewiss ihren Gegenstand richtiger und allgemeiner aufgefasst und sich überzeugt haben, dass fast alle Thier- und Pflanzenstoffe, selbst die aciden nicht ausgenommen, unter den erfüllten

Bedingungen mit den mächtigen Säuren Verbindungen knüpfen, welche den Charakter einer mächtigen, oder wenigstens den einer minder mächtigen Säure tragen. Ich habe sie nie neutral gefunden; denn es ist dieses einer der vorzüglichsten Unterschiede und Auszeichnungen dieser Verbindungen von den Salzen, dafs sie nicht allein stets Acidität besitzen, sondern dafs die mehrsten in eine Art wirklicher Säuren übergehen, indem sich das neue Gebilde beim Zusammentreffen mit mächtigen Salzbasen nicht theilt, sondern als solches, als merkliche Säure, mit ihnen sich vereinigt. — Dessen ungeachtet giebt es ausser diesen Kunstproducten eine grosse Reihe von Körpern (Farbestoff-, Gerbestoff- und Extractivstoff-Arten), bei deren Erzeugung die Natur sich wahrscheinlich nicht dieser Hülfsmittel bediente. Diese dürfen nicht mit den Körpern verwechselt werden, welche aus der Vereinigung jener Subsanzen entspringen; zudem bemerken wir noch gegenwärtig, dafs selbst diese Verbindungen häufig vorgefunden und verkannt werden, welche man bald für diese, bald für jene Säure hält. Ich rede hier von den Säuren, welche aus der Verbindung der mächtigen Säuren mit den organischen Substanzen (als Pflanzensäure, Gummi, Zucker etc.) hervorgehen. Auch mit Pflanzensäuren behandelt, geben einige dieser (indifferenten) Körper Verbindungen, welche ungefähr so wie die minder mächtigen Säuren den aciden Charakter besitzen. Zucker und Pflanzensäure liefern z. B. eine dem Honig ähnliche

Verbindung, welche von basisch-auflöslichem essigsauren Blei gefällt wird. Es öffnet sich hier der Erfahrung ein noch wenig bekanntes fast unermefsliches Feld *).

*) Was der Herausgeber dieser Annalen eben daselbst über den Sinn sagt, der in Deutschland in den Wissenschaften häufig herrscht, ist nur zu wahr, und ich vergebe ihm gern die Beziehung auf mich, weil ich von denselben Gefühlen nur zu lebhaft durchdrungen bin. Es ist eine, leider noch zu häufige Krankheit bei uns, dafs wir unsere Blicke mehr nach dem gallischen und britischen, als nach dem germanischen Boden richten, und gegen den Werth des auf letzterm entsprossenen, die Augen verschliefsen. Zwar hat das Ausland allerdings uns, besonders in den physikalisch-chemischen Wissenschaften, einen Vorsprung abgewonnen, aber gewifs nicht durch eine überlegenere Geisteskultur, sondern durch den mächtigen Hebel, wodurch die menschlichen Kräfte gehoben werden müssen, welchen uns langjährige Kriege leider gelähmt haben. Der Fehler ruht also also nicht sowohl auf den Gelehrten, sondern vorzüglich da, wo es nicht in unsern Mitteln steht, ihnen abzuhelfen. Wir dürfen hoffen, dafs es anders werden wird, wenn jene Unfälle zum Theil verschmerzt sind. Wäre der Blick auf höhere Verdienste um die Künste und Wissenschaften (wo doch auch, und wahrhaft um das Glück des Vaterlandes gekämpft wird), nur zum Theil so gerichtet, wie auf das sogenannte Feld der Ehre, so dürfte es bald anders werden. Dazu gesellt sich denn noch das Anstaunen und gierige Haschen der Deutschen nach den ausländischen Producten. Lobenswerth ist es freilich, indem sie achten, was Achtung verdient, aber sie gehen weiter, sie würdigen sich so tief herab, dafs sie nicht al-

lein bei gleichem Werth das in unsern Wissenschaften aus dem Auslande kommende dem Vaterländischen vorziehen, sondern dieses letztere oft ganz oder gröfstentheils unbeachtet lassen, weil es nicht von einem fremden Boden stammt, ja es mit Fleifs verschweigen und ignoriren. Können wir das Ausland tadeln, wenn es einer Nation, die sich selbst so wenig zu achten scheint, auch die gebührende Achtung nicht ganz schenkt. Daher können unsere Arbeiten selten nur die imposante Gröfse derer des Auslandes erreichen, denn bei so vielen Hindernissen vermag der Genius der Wissenschaften es nicht, sich bis zu derselben Höhe als dort emporzuschwingen. *Sertürner.*

[Dafs so manche öffentliche Blätter, welche das deutsche Publikum von dem, was in den Naturwissenschaften geschieht nach Berichten des Auslands unterhalten, von dem was in Deutschland vorgeht gänzlich schweigen, oder was noch schlimmer ist, davon nicht selten auf eine Art reden, bei der Kenner über wirkliche oder absichtliche Unwissenheit lächeln müssen, und dafs dieses sogar Männer thun, welche es übernommen haben, auswärtige Gelehrte mit wissenschaftlichen Berichten aus Deutschland zu versehen, — ist zwar eine ziemlich natürliche Folge des getheilten Wesens in unserm Vaterlande, und der Selbstsucht, die sich gern unter dem Mantel des Deutschthums und des Patriotismus verbirgt, kann aber nicht dazu beitragen, in dem Auslande, wo man fast nur solche Nachrichten und öffentliche Blätter benutzt, eine vortheilhafte Idee von dem Zustande der Naturwissenschaften in Deutschland zu erregen. *Gilbert.*]

VI.

Auszüge aus Briefen

von dem

Profeſſor MUNCKE in Heidelberg,

geſchrieben den 10. Oktober 1817.

1. Ueber Licht-Polariſirung.

Die Beſchreibung und Zeichnung einer zweckmäſsig eingerichten Maſchine zum Polariſiren des Lichts im achten diesjährigen Hefte Ihrer Annalen erinnert mich, einige hierher gehörige Bemerkungen mitzutheilen, die ich für nicht ganz überflüſſig halte.

Vorzüglich intereſſant dünkt mich die Polariſirung in durchſichtigen, unvollkommen kryſtalliſirten Körpern zu ſeyn, welche mir Biot in ſeiner Phyſik keineswegs genügend erklärt, ja ſelbſt nicht einmal in ihrem ganzen Umfange richtig aufgefaſst zu haben ſcheint. Da ich das Ganze als ſehr bekannt vorausſetzen darf, ſo mache ich nur auf folgende Thatſachen aufmerkſam, welche ich ſelbſt an einer bequem eingerichteten Maſchine, mit *Würfeln und Cylindern aus gemeinem* (theils ſehr klarem, theils etwas blaſigem) *Glaſe* beobachtet habe.

Zur gröfsern Deutlichkeit ſchicke ich folgende Beſtimmungen voraus. Der polariſirte Lichtſtrahl wird im Meridian einfallend, die Richtung gegen Norden genommen, gedacht. Er falle gegen den erſten Spiegel *A*, welcher mit der lothrechten Linie einen Winkel von 35° 25′ mache, von demſelben in lothrechter Richtung auf den zweiten Spiegel *B*, welcher dem Spiegel *A* parallel ſey, und von dieſem in das Auge des Beobachters. Zwiſchen beiden Spiegeln befinde ſich ein Glaswürfel von etwa 18 Lin. Seite. Es finden dann folgende Erſcheinungen ſtatt, wenn vorläufig zur nähern Beſtimmung der Ausdrücke angenommen wird, daſs der Würfel 6 Seiten, 8 Ecken und 12 Kanten hat.

1. Das Farbenſpiel der Würfel iſt nach Verſchiedenheit ihrer Dicke, Reinheit und unvollkommenen Kryſtalliſation, ſowohl in Hinſicht der Gröſse, als der Intenſität der farbigen Bilder verſchieden. Sehr gut gekühlte dicke Scheiben von 3 bis 4 Lin. haben mir ſelbſt bis zur Zahl 4 auf einander gelegt, keine farbigen Bilder geben wollen.

2. Legt man einen Würfel ſo, daſs die eine ſeiner horizontal liegenden Kanten ſich im Meridian befindet, und der lothrechte polariſirte Lichtſtrahl von dieſer Kante bis zur gegenüber ſtehenden mitten durch den Würfel fällt, ſo zeigen die beiden ſichtbaren Flächen an allen vier Ecken undeutlich gefärbte, ſchwärzliche, ins Bräunliche ſpielende Flecken, welche unter günſtigen Umſtänden prismatiſche Farben entwickeln, wobei die übrige Fläche

weiſs iſt, oder, wenn man will, ein weiſses Kreuz bildet.

3. Drehet man den Würfel um den lothrechten Lichtſtrahl um 45°, oder welches einerlei iſt, ſo, daſs ſeine in §. 2. bezeichnete Kante mit dem Meridian einen Azimuthal-Winkel von 45° macht, ſo rücken die genannten Flecken mit Verminderung der Farbenintenſität allmählig bis in die Mitte zwiſchen die beiden Ecken, an den Seiten der ſichtbaren Flächen weiter. Hiernach müſsten die Enden des weiſsen Kreuzes in den Ecken der Flächen liegen, allein die Folge wird zeigen, daſs dieſes nicht genau der Fall iſt.

4. Geht der lothrechte polariſirte Lichtſtrahl von einer Ecke des Würfels durch ſein Centrum und durch die andere Ecke, ſo ſieht man drei Flächen, welche kleiner ſind als in §. 3., und farbige Bilder von geringerer Intenſität zeigen. Bei der einen Fläche liegen die farbigen Flecken in den vier Ecken (wonach das weiſse Kreuz durch die Mitte geht); bei der zweiten liegen ſie etwas mehr nach der Mitte, bei der dritten völlig in der Mitte zwiſchen den Ecken, oder in der Mitte der Seiten. Daſs durch eine Drehung des Würfels im Azimuth die Erſcheinungen der Flächen wechſeln, verſteht ſich von ſelbſt. Vorzüglich aber muſs man dahin ſehen, daſs die angegebene Lage genau iſt, weil man ſonſt die Erſcheinungen nicht auf allen Fächen mit gleicher Deutlichkeit wahrnimmt, oder gar eine Fläche kein Farbenſpiel zeigt.

5. Fällt der polarisirte Lichtstrahl auf eine Seite des Würfels normal, und so, dafs der Meridian normal auf die Kante desselben gerichtet ist so zeigen die vier Ecken der gesehenen Fläche farbige Flecken, bei denen die Art und Intensität der Farbe verschieden ist. Im Allgemeinen erscheint die gelbe, ins Röthliche spielende Farbe in der Mitte, und die blaue hierbei ausnehmend vorherrschend. Das weifse Kreuz ist sehr regelmäfsig und nimmt den nicht gefärbten Theil der Fläche ein.

6. Drehet man den Würfel im Azimuth um 45° so weichen diese Flecken allmählig bis in die Mitte der Seiten, und verlieren hierbei sehr an Intensität. Mehr blasiges und etwas dickeres Glas hat mir allezeit die intensivsten Farben, jedoch mitunter auch bedeutende Anomalien gegeben.

7. Drehet man den untern Spiegel *B* bei unverändertem Würfel, in den §. 2. bis 6. erzählten Versuchen, im Azimuth um den lothrechten polarisirten Lichtstrahl, ohne den Einfallswinkel desselben zu verändern, so verschwinden die farbigen Flecken bei 45° fast gänzlich, zuweilen völlig, stellen sich dann bis 90° allmählig wieder her, und erreichen mit dem letztgenannten Winkel ihre vorige Intensität wieder.

8. Hierbei gehen aber die Farben in die entgegengesetzten über, indem namentlich in §. 6. die blauen inwendig zu liegen kommen, und die gelben die gröfste Intensität erhalten. An die Stelle des weifsen Kreuzes tritt aber ein schwarzes, oft sehr

regelmäfsig gestaltet und von weifs begränzt, oft unregelmäfsig, wie namentlich bei §. 3., und so, dafs beinahe die ganze Fläche, mit Ausnahme einiger weniger weifser, ins Gelbe spielender Flekken, schwarz erscheint. Die Form und Schwärze dieses Kreuzes gehört, nach meiner Ueberzeugung, unter die interessantesten Phänomene der Lichtpolarisirung.

9. Man erhält diese genannten Erscheinungen, wenn man zu dem Spiegel *A* ein unbelegtes Glas oder ein Glas nimmt, welches mit schwarzem, in Weingeist aufgelöstem Siegellack an der hintern Fläche überzogen ist. Mit einem foliirten Spiegel habe ich nichts weiter als einige Trübung im Würfel erhalten können, und eben so mit einem an der hintern Seite matt geschliffenen Glase.

10. Ist der Spiegel *B* eine unbelegte oder schwarzbelegte Spiegelglastafel, so zeigen sich die genannten Erscheinungen sehr vollständig; eine matt geschliffene Spiegelscheibe liefert sie gleichfalls, jedoch undeutlich, und von sehr geringer Intensität; eine foliirte leistet, aufser einiger Trübung, gar nichts.

11. Hat der Spiegel *B* gegen den polarisirten Lichtstrahl eine solche Lage, dafs dieser lothrecht auf die Spiegelfläche fällt, oder dafs er mit ihr parallel läuft, so verschwinden die farbigen Bilder gänzlich. Dafs die Beobachtung des Bildes in beiden Fällen unmöglich ist, weifs ich sehr wohl; ich habe mich aber beiden Lagen so weit genähert, (ohne jedoch die Winkel genau messen zu können),

dafs alle Färbung, vorzüglich beim faft lothrechten Einfallen verfchwand.

12. Fängt man das in §. 5. befchriebene Bild mit einer Glasfcheibe auf, fo zeigt diefe unter jedem Einfallswinkel daffelbe unverändert. Stellt man aber den Spiegel *B* mit feiner Fläche mehr horizontal, und fängt das erzeugte Bild auf, fo erhält man in diefer dritten fpiegelnden Fläche, welche ich *C* nennen will, wenn diefelbe mit *B* einen Winkel von 45° ausmacht, das compenfirte Bild von §. 8. fo vollftändig, als dort. Bei 90° und 180° verfchwinden die Farben, wobei fich von felbft verfteht, dafs auch hierbei nur von einer Näherung und nicht von fcharf gemeffenen Winkeln die Rede ift. Ueberhaupt find diefe Verfuche fehr fchwierig, weil man bei den gewöhnlichen Vorrichtungen zur Polarifirung des Lichts den Spiegel *C* mit der Hand halten muls, wobei das reflektirte Bild leicht verfchwindet; und deswegen habe ich die Angaben nur oberflächlich gegeben. Nehme ich dagegen die Sache fo, wie ich nach meinen Verfuchen durch Schätzung genau gefunden zu haben glaube, fo ift fie folgende:

13. Wenn das §. 5. genannte Bild mit einem dritten polarifirenden Spiegel *C* aufgefangen wird, fo hat man daffelbe durch Reflection allezeit von der nämlichen Befchaffenheit. Legt man aber den Spiegel *B* fo weit horizontal, dafs er mit dem polarifirten Lichtftrahle einen doppelten Polarifirungswinkel, alfo von 70° 50′ macht, und fängt das

durch denſelben reflectirte Bild mit einem dritten polariſirenden Spiegel *C* auf, deſſen Ebene der Länge nach von der Mittagslinie durchſchnitten, mit der Ebene des Spiegels *B* einen Winkel von 45° macht, ſo iſt das von *C* reflectirte Bild das compenſirte von § 8. in gröſster Schärfe und Reinheit. Drehet man aber die Ebene von *C* im Azimuthe ſo, daſs dieſelbe mit dem Meridian einen Winkel von 90° ausmacht, ſo kommt das urſprüngliche Bild §. 5. wieder zum Vorſchein.

14. Eine dem Weſen nach gleiche Erſcheinung findet ſtatt, wenn der Spiegel *B* anſtatt mit *A* parallel zu ſeyn, um den lothrechten Lichtſtrahl bis zu einem Winkel von 90° gedrehet wird, wobei es ſich indeſs von ſelbſt verſteht, daſs hier die Bilder §. 8. und §. 5. wechſeln. Bei der Drehung des Spiegels *C* im Azimuth verſchwinden die Farben bei 45° faſt gänzlich.

15. Iſt der Spiegel *B* eine unbelegte Scheibe von recht reinem Spiegelglaſe, ſo reflectirt er das farbige Bild von ſeinen beiden Flächen, und es ſcheinen die hierdurch entſtehenden beiden Bilder an Intenſität völlig gleich zu ſeyn. Man kann auf dieſe Weiſe mit noch gröſserer Schärfe den Parallelismus beider Flächen prüfen, als durch ein ſonſtiges reflectirtes Bild nach der Angabe des Hrn. Dr. Pottgieſser in der Monatl. Correſp. Ich weiſs nicht, ob es Zufall iſt, daſs ich dieſe doppelten Bilder vorzüglich nur bei dünnen Spiegelſcheiben unter 1 Lin. Dicke wahrgenommen habe.

16. Ist der Spiegel *B* ein weifses, klares und unbelegtes Spiegelglas, so läfst er, aufser der Reflection des Bildes, dasselbe auch durch, und zwar so, dafs man in einem polarisirenden Spiegel *D* gleichfalls ein Bild, unmerklich schwächer als das von *B* reflectirte erhält. Durch eine geringe Neigung beider Spiegel gegen einander kann man das von *D* reflectirte, durch *B* hindurch gehende Bild, mit dem von *B* reflectirten zur Deckung bringen, und dadurch beide besser vergleichen.

17. Giebt man dem Spiegel *B* eine solche Lage, dafs der lothrechte polarisirte Lichtstrahl normal in seine Ebene fällt, und fängt dann das durchgehende Bild mit dem gehörig geneigten Spiegel *D* auf, so giebt dieser, wie in §. 16., ein polarisirtes Bild. Uebrigens kann man die Bilder in §. 16. auch vervielfältigen, indefs habe ich dieses mit der benutzten Vorrichtung nicht weiter als bis zur Verdreifachung gebracht.

18. Läfst man den Spiegel *B* in §. 16. unverrückt, drehet aber den Spiegel *D* um 90° im Azimuth, so ist das von ihm reflectirte Bild das compensirte, gleich als wenn es nicht vorher durch den Spiegel *B* gegangen wäre.

19. Alle die genannten Erscheinungen finden zu jeder Tageszeit statt, und bei jedem Winkel, welchen die Richtung der Polarisirungs-Maschine mit dem Meridian macht. Sie sind aber unvollkommener, und die erzeugten Farben schwächer, wenn die Sonne noch hinter einem Berge ist, und ver-

ſchwinden immer mehr, je gröſser der Winkel iſt, welchen die direkten Sonnenſtrahlen mit der vordern Ebene des Spiegels *A* bilden. Bei einer Richtung des Spiegels gegen die Sonne habe ich keine polariſirten Bilder erhalten können. Dagegen macht die Höhe der Sonne am Himmel keinen bemerkbaren Unterſchied.

20. Die Beſchaffenheit des Himmels hindert die Polariſirung des Lichtes nicht. Ich habe die farbigen Bilder bei ganz bedecktem Himmel und während feinem Regen, bei ganz klarem und völlig wolkenloſem Himmel ſehr deutlich erhalten, obwohl allerdings die Farben bei klarem, mit wenigen weiſslichen Wolken verſehenen Himmel die gröſste Intenſität haben.

So viel Modificationen finden ſtatt bei dieſer einzigen Erſcheinung der Lichtpolariſirung, und ſie ſind gewiſs noch nicht alle. Schwerlich werden wir, nach meinem Ermeſſen, ohne die Annahme von Lichtkügelchen, denen Pole und Aequator zukommen, ohne eigene Axenbewegung derſelben, und faſt möchte ich ſagen, ohne die Theorie der Acceſſe, aus dieſem Labyrinthe einen Ausweg finden.

2. *Ueber die Fixität des Siedepunktes.*

Wichtiger und intereſſanter als die vorſtehenden Bemerkungen, und das Ganze mehr erſchöpfend, werden Sie die folgenden Verſuche finden. Gay-Luſſac will gefunden haben, daſs das Waſſer in metallenen Gefäſsen um 1°,3 C. früher kocht, als in gläſernen Behältern; eine Beobachtung, de-

ren Urſache man bis jetzt noch nicht anzugeben gewagt hat. Schon geht dieſe Behauptung in unſere Compendien über, und ſie wird bald allgemein aufgenommen werden, da auch Biot ſie wiederholt hat. Die Sache iſt für die Wärmetheorie nicht unwichtig, und man könnte billig fragen, warum ein ſo einfacher Verſuch noch nicht wiederholt iſt? allein eine ſolche Frage darf billigerweiſe von keinem Phyſiker aus begreiflichen Urſachen geſchehen.

So bald die mannigfaltigen, jetzt beſeitigten Abhaltungen mich nicht hinderten, entſchloſs ich mich, den Verſuch im weiteſten Umfange zu wiederholen, und mein ſehr verehrter College Gmelin, deſſen eben ſo gründliche Gelehrſamkeit als vorzügliche Fertigkeit im Experimentiren mir noch bei vielen Verſuchen von unſchätzbarem Werthe ſeyn wird, war ſo gütig, denſelben mit mir anzuſtellen. Wir nahmen zu dieſem Zwecke ganz gleiche Gefäſse von 3 Zoll Höhe und 1,3 Zoll Durchmeſſer, unter denen aber 3 ausfielen, nämlich eins von dikkem *Leder*, ein anderes von *Buchenholz* und ein drittes von *Elfenbein*, weil wir der ſchlechten Leitung wegen das Waſſer in ihnen nicht zum Sieden bringen konnten. Mit zwei andern gleichen Gefäſsen von dünnem gefirniſstem und von dickem zwölffach zuſammengelegtem *Papiere* war es der nämliche Fall. Die übrigen 5 Gefäſse waren aus *Kupfer*, *Meſſing*, *Zinn*, *Blei* und *Marmor*. Ueberdem nahmen wir noch einen Becher von *Silber* und einen von *Platin*, beide von der Form eines

paraboliſchen Conoids, erſterer etwas enger, von 0,3 Lin., letzterer etwas weiter von 0,2 Lin. Metalldicke. Ferner einen gewöhnlichen glaſirten irdenen *Topf* von 1,6 Zoll Durchmeſſer, und 2 Bechertaſſen, eine von *Porzellan*, die andere von *Fayance* von 2 Zoll oberem Durchmeſſer. Endlich 3 abgeſprengte *Medicingläſer* von 1,5 Zoll Durchmeſſer, eins aus weiſsem und zwei aus grünem Glaſe. Die letzten Gröſsen ſind nach dem Augenmaaſse nahe genommen. Gläſerne Gefäſse von einem mehrere Lin. dicken Boden zerſprangen vor dem Sieden des Waſſers. Das Barometer zeigte an dieſem Tage, den 4. Okt., 28 Zoll 0,1 Lin. bei 12° C. des Corrections-Thermometers. Das Waſſer wurde in allen Gefäſsen ſo viel als möglich von gleicher Höhe erhalten, und zum Beobachten diente ein Thermometer mit einer auf Glas geätzten Skale, verfertigt vom Mechanik. Loos, jetzt Brunnenmeiſter in Darmſtadt, an welchem die einzelnen Grade etwas weniges mehr als 1 Lin. betragen. Die ſämmtlichen Gefäſse wurden an der nämlichen Stelle im Sandbade, ſo viel möglich, zu einem gleichen Grade des Siedens erhitzt, weil es nicht anging, dieſes bei allen zugleich zu erreichen; und jede Beobachtung wurde mit hinlänglichem Zeitaufwande angeſtellt, indem ſie alle, ohne die Vorbereitungen zu rechnen, uns 4 Stunden beſchäftigten.

Die erhaltenen Reſultate ſind eben ſo überraſchend als intereſſant, aber der Beobachtung des

Herrn Gay-Luſſac keineswegs günſtig. Wir fanden nämlich folgendes:

1. Die Hitze des ſiedenden deſtillirten Waſſers läſst ſich durch ſtärkeres Feuer erhöhen, ſo daſs das Thermometer, unter übrigens gleichen Umſtänden, bis etwa 0°,5 R. mehr als den Siedepunkt zeigt.

2. Wenn die Thermometer-Kugel den Boden des Gefäſses berührt, insbeſondere wenn ſie zwiſchen die, in der Mitte der Medicingläſer befindliche Erhöhung und die Wand der Gläſer geſenkt wird, ſo ſteigt das Thermometer um etwa 0°,4 bis 0°,8 R.

3. Hineingeworfener Sand vermindert die Hitze des Waſſers, und ſetzt den Siedepunkt deſſelben um einige Zehntheile eines Grades herab; ohne Zweifel, weil der Sand das Aufſteigen der Dampfblaſen erleichtert. Etwas Kupferfeile, wovon ein Theil oben aufſchwamm, ein anderer am Boden liegen blieb, ſchien keinen Einfluſs zu haben.

Uebrigens zeigten ſich in den verſchiedenen Gefäſsen folgende Unterſchiede der Temperatur des Siedens über oder unter dem Siedepunkte des 80 theiligen Queckſilber-Thermometers:

In einem Gefäſs aus	Bei Berührung des Bodens.	½ Zoll unter der Oberfläche des Waſſers gehalt.
Silber	— 0°,10 R.	— 0°,20 R.
Platin	— 0,10	— 0°,50
Kupfer	+ 0,40	+ 0,01
Meſſing	+ 0,55	— 0,15

In einem Gefäfs aus	Bei Berührung des Bodens.	½ Zoll unter der Oberfläche des Waffers gehalt.
Marmor	+ 0,05	— 0°,15 R.
Blei	+ 0,20	— 0,10
Zinn	+ 0,50	— 0,10
Porcellan	+ 0,05	— 0,05
weifsem Glafe	+ 0,30	0,00
grünem Glafe a.	+ 0,60	+ 0,60
grünem Glafe b.	+ 0,30	0,00
demfelben	+ 0,30	+ 0,10
Fayance	+ 0,80	+ 0,50
In e. irdenen Topf.	+ 0,80	+ 0,20

Die metallenen Gefäfse waren alle zwar nicht fpiegelnd, aber doch rein, ohne Ueberzug eines heterogenen Körpers, und metallifch-glänzend. Blos der filberne Becher hatte an einer Seite einen fchwarzen Flecken durch etwas angegriffenes Metall entftanden. So bald die Thermometer-Kugel diefen berührte, zeigte das Thermometer + 0°,50, und kehrte bei Berührung des Bodens in der Mitte fehr bald wieder auf den angegebenen Stand von — 0°,10 zurück; eine intereffante und vielmals mit gleichem Refultate wiederholte Beobachtung.

Die Refultate genauer Verfuche find hiermit den Phyfikern über diefen intereffanten Gegenftand gegeben, und fie werden die Erklärung derfelben fchon felbft auffinden können. Nach meiner eigenen Anficht folgt aus ihnen fehr klar, dafs die Wärme durch den Boden der Gefäfse dringt, fich mit

dem Waſſer zu Dampf verbindet, und ſo auffteigt, daſs aber der ſo gebildete Dampf zugleich, wie jeder andere Körper, ein Wärmeleiter iſt, durch welchen noch auſser dem zu ſeiner Bildung erforderlichen Wärmeſtoffe eine gröſsere oder geringere Menge von Wärmeſtoff fortgeleitet wird, welche gleichfalls einen Einfluſs auf das Thermometer hat; eine Behauptung, die ich auf anderweitige Gründe geſtützt, ſchon in meiner Abhandlung über das Schieſspulver aufgeſtellt habe. Das Quantitative beider Gröſsen hängt von der Beſchaffenheit der Subſtanz ab, worin das Waſſer ſiedet, und zugleich von beiden Oberflächen derſelben, der innern und der äuſsern, ſo daſs die verſchiedene Beſchaffenheit ſowohl der Subſtanz ſelbſt, als auch einer oder beider Oberflächen, ſehr mannigfaltige Reſultate hervorbringen kann, welche indeſs im Ganzen die Genauigkeit des Thermometers nicht ſehr afficiren.

Bei dem bekannten Streite über die Wärmeleitung der Flüſſigkeiten hätten dieſe Anſichten allerdings eine nähere Berückſichtigung verdient.

VII.

Entgegengeſetzte Richtungen des Windes in verſchiedenen Höhen beobachtet

von

THOM. LAUDER DICK, Esq., Mitgl. d. Edinb. Soc.

(aus ein. Briefe an Hrn. Thomſon, geſchr. Relugas d. 27. Mai 1817.)

Während eines Spatzierritts wurde ich vor einiger Zeit nicht wenig überraſcht durch den folgenden eben ſo ſchönen als ſeltenen Beweis, daſs in verſchiedenen Höhen übereinander Winde herrſchten, die nach entgegengeſetzten Richtungen bliesen. Auf einer Höhe, die einige engliſche Meilen von mir entfernt war, verbrannte man Geſtrüpp und Heidekraut (*ſome furze*). Der Rauch ſtieg in Wirbeln aufwärts, bis er in den untern Windſtrom kam, der ihn Seewärts, in der Richtung von Oſt nach Weſt, einige engliſche Meilen weit fortführte. Dabei ſtieg er allmählig immer höher, und erreichte endlich einen gerade in entgegengeſetzter Richtung von Weſt nach Oſt blaſenden Wind, der ihn unter einem ſo ſpitzen Winkel zurück trieb, daſs der Rauch hier die Geſtalt der ſcharfen Spitze eines Pfeils hatte, wie ich es in der beiliegenden Zeichnung (Taf. III. Fig. 1.) treu dargeſtellt habe, und daſs die Höhe, in welcher beide Windſtröme an ein-

ander gränzten (die Linie *a b*) ſich faſt mit mathematiſcher Genauigkeit angeben lieſs. Der obere Wind blies offenbar ſtärker als der untere; denn in ihm wich der Rauch weit weniger von der horizontalen Richtung ab, als zuvor, daher er auch länger unter der Herrſchaft dieſes Windes blieb *). Endlich aber ſtieg er auch über dieſen hinaus, als er die durch die Linie *c d* angedeutete Höhe erreicht hatte, und hier ergriff ihn ein dritter Windſtrom, der aus Südoſt blies, und ihn weit nach Nordweſt, doch offenbar weniger heftig forttrieb, bis der Rauch ſich ganz zerſtreute. Der Himmel war zu dieſer Zeit ganz klar, und an der Oberfläche der Erde herrſchte völlige Windſtille.

Ich wünſche, daſs Freunde der Phyſik, welche in der Nachbarſchaft von ſolchen Manufacturen wohnen, aus denen beſtändig Rauch aufſteigt, durch dieſe zufällige Beobachtung veranlaſst werden möchten, auf ähnliche Erſcheinungen zu achten **).

*) Wenigſtens einigen Antheil hieran hatte auch das Kälterwerden des Rauchs *G.*

**) Solche Luftſtröme von verſchiedener Richtung in verſchiedenen Höhen, ſcheinen hauptſächlich nur an Meeresküſten vorzukommen; wenigſtens habe ich während der vielen Jahre, die ich in der Nähe der groſsen Salzſiedereien in Halle wohnte, welche ſtets weiſsliche Säulen dichten Waſſerdunſtes in die Atmoſphäre ſchicken, nie etwas von einer der hier beſchriebenen ähnlichen Erſcheinung gehört. Doch ſteigt dieſer Dunſt nur zu gewiſſen Zeiten und bei völliger Windſtille bis zu beträchtlichern Höhen an. *Gilb.*

VIII.

Eine über festem Lande herabsteigende Wasserhose,

von

LUKE HOWARD, Esq. *).

Am 27. Juni gegen 7 Uhr Abends, ereignete sich in unserer Nachbarschaft eine für Beobachter auf dem Lande sehr seltene Erscheinung, nämlich die einer *Wasserhose*. Ich will hier die Beobachtungen zweier unserer Arbeiter in dem Laboratorium **) mittheilen, welche sie von *Stratford* aus gesehen haben, an ihrem nördlichen Horizont hinziehend, von NW. bis NO. Ich selbst war abwesend und befand mich im Westen von England, aber mein Freund John Gibson war Augenzeuge des letzten Theils der Erscheinung.

Die Wolken waren ausnehmend dunkel und drohend gewesen, und es hatte in jener Richtung gedonnert und geregnet, aber zur Zeit der Beobachtung war heller Himmel unter (*beneath*) den Wol-

*) Nach *Thomf. Ann. of Philof. Aug.* fast wörtlich überf. *G.*

**) Herr Howard besitzt eine chemische Fabrik. *G.*

ken zu ſehen. Aus einer dichten Wolke, deren Grundfläche ſich in etwa 20° Höhe befand, trat plötzlich ein *herabſteigender Kegel* hervor, den einer der Beobachter mit einem ungekehrten Kirchthurm verglich; dieſer kehrte zur Wolke zurück. Es folgten ein zweiter und ein dritter, von denen der eine tiefer herabkam mit einer bedeutenden *perpendiculären Oscillation*, und endlich ſich *unten öffnete* (*opened out below*), und nun ſah der Arbeiter von dem erweiterten Ende deſſelben eine *gerade Säule*, welche er mit einem Wurfſpieſe verglich, zur Erde herab gehen, die auch als ein *dichterer Körper* ziemlich weit aufwärts in der Wolke zu ſehen war. In kurzer Zeit wurde auch dieſer Kegel, indem er ſein Anhängſel verlor, wieder herauf gezogen, und es folgten nochmals ein oder zwei andere, dem zuerſt erwähnten ähnliche, mit welchen die Erſcheinung ſich endigte, nachdem ſie überhaupt etwa 15 Minuten gedauert hatte.

Dieſe Waſſerhoſe ſcheint ihren Lauf über die Gegend um *Hampſtead* genommen zu haben. Der *Philantropic Gazette* zu Folge behauptete ein Mann, ſie ſey über ihn auf der Hampſteader Haide weggezogen, und während dieſer kurzen Zeit ſey er von einem ungewöhnlich heftigen Regenguſs gebadet worden; er hielt dafür, die Waſſerhoſe habe den Gipfel des Baumes berührt, unter welchem er Schutz geſucht hatte. In Verbindung mit dieſer Thatſache läſst ſich die dichtere Säule erklären, wel-

che der Beobachter zu Stratford aus der Wolke ausgehen sah; sie war wahrscheinlich ein ausnehmend dichter Regenschauer, oder vielmehr ein *Wasser-Strom* (von kleinem Durchmesser, im Vergleich mit gewöhnlichen Regenschauern) in der Axe des Wolkenkegels durch die starke electrische Wirkung erzeugt, und zuletzt als Leiter dienend, durch den die Electricität mit einem Male entwich, und das electrische Gleichgewicht so weit wieder hergestellt wurde, dass keine zweite Ladung erfolgen konnte. Ueber dem Meere würde die Tendenz der oben angeführten beweglichen Oberfläche sich mit der Wolke zu vereinigen, wahrscheinlich eine Säule Salzwasser angehoben haben, um sie mit der Wolke zusammen treffen zu machen (*to meet it*).

Tottenham 21. Juli 1817.

IX.

Noch etwas in Beziehung auf die Theorie der Parallellinien,

von

Blum, gräfl. Regierungsrath zu Wernigerode.

In Ihren allgemein geschätzten Annalen der Physik 54. B. 3. St. S. 315. las ich kürzlich einen Auszug aus einem Schreiben des Hrn. Prof. Hoffmann zu Aschaffenburg, in Bezug auf einen frühern Aufsatz über die Parallelentheorie, und darin folgende Stelle: „Der Verf. will zunächst beweisen, dass die Winkelsumme jedes Dreiecks zwei rechte betrage. Wer dieses, ohne die Folgesätze aus der Parallelentheorie als Hülfssätze zu gebrauchen, gründlich darthut, hat allerdings den schwer zu erringenden Lorbeer erkämpft.“ Dieses erinnerte mich wieder daran, dass ich vor einigen Jahren aus Liebhaberei an geometrischen Sätzen *jenes* mir auf diese Art bewiesen und das Notat aufbewahrt hatte. Ich fand das Notat wieder, hatte noch dieselbe Ansicht, und hier erhalten Sie dasselbe noch etwas vereinfachter, da ich glaube, dass es zu einem gelegentlichen kleinen Platz in Ihren Annalen geeignet sey.

* *

Die Gleichheit der Summe der drei Winkel im Dreieck mit zwei Rechten, oder mit 180°, wird blos aus der Lehre von congruirenden Dreiecken, unabhängig von der Parallelenthorie folgendermaßen erwiesen.

1. Satz. Im rechtwinkl. gleichschenkl. Dreieck sind die Winkel zusammen zweien Rechten oder 180° gleich.

Beweis. Es sey das rechtwinkl. gleichschenkl. Dreieck *abc* Taf. III. Fig. 2. gegeben. Man errichte auf *ab* in *b* und auf *ac* in *c* die Perpendikel *bd* und *cd* von gleicher Länge mit *ab*

$= ac$, und ziehe da, welche, wie aus der Lehre von congruirenden Dreiecken erhellet, den beiden rechtwinkl. gleichſchenkl. Dreiecken $abd = acd = bac$ gemeinſchaftlich iſt. Nun ſind in dieſen rechtwinkl. gleichſchenkl. Dreiecken die Winkel bda, bad, abc, acb, cad, adc etc. alle einander gleich, und da unter andern die $bad = dac$ zuſammen den Rechten bac ausmachen, ſo iſt jeder dieſer Winkel $= \frac{1}{2}$ R. $= 45°$. Mithin iſt die Summe der Winkel im rechtwinkl. gleichſchenkl. Dreieck $abc = 45° + 90° + 45° = 180° \doteq$ W. abc + W. bac + W. acb. W. z. e.

2. Satz. In jedem, auch nicht gleichſchenkl., rechtwinkl. Dreieck abc Fig. 3. iſt die Winkelſumme $= 180°$.

Beweis. Man nehme auf ac die $ad = ab$, und verlängere beliebig bd bis e und bc bis f, ingleichen ac bis g. Im gegebenen Dreieck bac und im gleichſchenkl. rechtwinkl. bad ſind die Winkelſummen gleich. Denn der rechte Winkel a in beiden bleibt unverändert, der W. abc im gegebenen verändert ſich durch Abgang des W. dbc in den abd des gleichſchenkl. rechtwinkl. Dreiecks bad, und der dritte Winkel acb dieſes letztern oder ſein gleicher Scheitelwinkel feg wird durch Zuſatz eben deſſelben W. dbc zum W. edg oder ſeinem gleichen Scheitelw. $adb = abd$. Da nun nach dem 1. Satz die Winkel im gleichſchenkl. rechtwinkl. Dreieck $abd = 180°$ ſind, ſo müſſen ſie es auch im gegebenen ſeyn. W. z. e.

3. Satz. In jedem, auch ſchiefwinkl. Dreieck überhaupt, wie bac Fig. 4. iſt die Summe der Winkel $abc = 180°$.

Beweis. Jedes ſolches Dreieck läſst ſich durch einen Perpendikel aus einem Winkelpunkte auf die gegenüberliegende Seite, wie ad, in zwei rechtwinkl., wie adb und adc, theilen. Die Winkel in jedem ſind aber nach dem 2. Satz zuſammen $= 180°$. Da nun bei der Zuſammenrechnung die gleichen rechten Nebenwinkel bei d als bloſse Hülfswinkel nicht vorkommen, ſo bleiben blos W. abd + W. bad ($= 90°$) + W. dac + W. acd ($= 90°$) $= 180°$. W. z. e.

* *

Der Uebergang zur Parallelentheorie und zum Beweiſe des 11. euclidiſchen Axioms im 1. Buch wäre hiernach etwa folgender.

Es ſollen zwei neben einander laufende Linien, wie *ab* und *cd* Fig. 5., von einer dritten *ef* ſo geſchnitten werden, daſs die beiden innern Winkel an der einen Seite, wie *g* und *h*, zuſammen weniger als zwei Rechte ausmachen, oder ſeyen $= 180°$ — W. *x*; was wird der Erfolg ſeyn? — — —

Beweis des Axioms. Ueber der Grundlinie *gh* iſt nach dem obigen ein Dreieck mit den Winkeln $g + h + x = 180°$ möglich. Da die Grundlinie deſſelben mit der gegebenen *gh*, und, wenn die anliegenden Winkel gleich genommen werden, die anliegenden Schenkel mit den gegebenen *gb* und *hd* congruiren, ſo muſs auch der Durchſchnittspunkt *x* im Dreieck, welcher in jedem Schenkel liegt, mit einem gleichen Durchſchnittspunkte der *gb* und *hd* zuſammen fallen, oder die gegebenen *gb* und *hd* müſſen ſich irgendwo unter einem Winkel $= x$ einander ſchneiden. W. z. e.

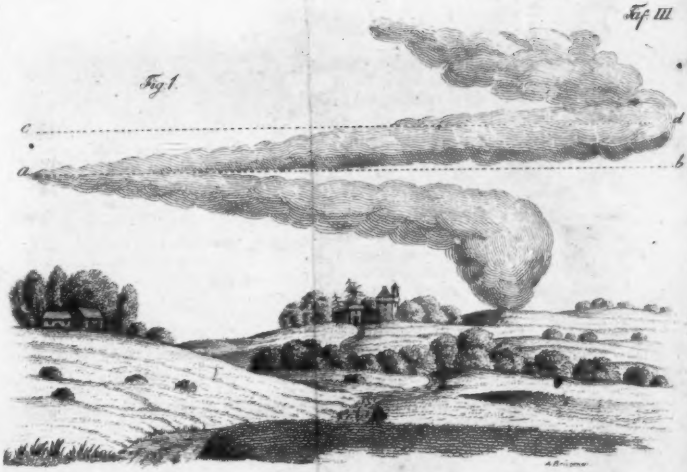
X.

Anerbieten an Mineralienſammler von dem Mineralien-Händler Mave in London.

Herr Mave in London (No. 149. Strand), der ſeit vielen Jahren als Mineralien-Händler in England in ausgebreiteten Geſchäften ſteht, und beſtändig einen bedeutenden Vorrath von *engliſchen* und *amerikaniſchen Foſſilien*, ſo wie von den ſchönen aus *Fluſsſpath*, *Alabaſter* etc. nach Antiken gearbeiteten *Vaſen*, *Schaalen* etc. beſitzt, — wünſcht ſeine Geſchäfte auch auf die Mineralien des feſten Landes von Europa auszudehnen, und ladet deshalb deutſche Mineralogen und Mineralienhändler ein, das, was ſie an *guten Doubletten* entäuſsern können, ihm im Tauſch-Handel gegen andere Mineralien oder die erwähnten Vaſen, Schaalen u. d. m. zu überlaſſen. Es kömmt dabei nicht auf die Gröſse, ſondern nur auf die Schönheit oder den wiſſenſchaftlichen Werth der Stücke an, die man ihm vertauſchen kann. Zu dem Ende erwartet Herr Mave, daſs ihm ein Verzeichniſs, oder auch die Mineralien ſelbſt, mit Angabe des geſchätzten Werthes, (der vorläufig 50 Pfund Sterling nicht überſteigen darf), zugeſchickt werden; im letzten Falle trägt er die etwa zu erhebenden Eingangszölle. Was dagegen der Ueberſender im Tauſch haben will, bleibt ihm überlaſſen zu wählen, ob Vaſen etc., oder Mineralien, und was für Arten der letztern. Herr Mave hofft, meiſtentheils jeder Wahl Genüge leiſten zu können; auch kann er ſich anheiſchig machen, ganze Sammlungen von engliſchen Gebirgsarten zu ſenden. — Herr Mave wird alles aufbieten, um den Erwartungen derer, die ſich mit ihm in dieſes Geſchäft einlaſſen wollen, zu befriedigen.

Tab. III.

Fig. 1.



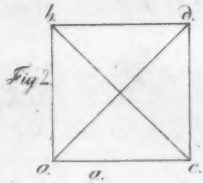


Fig. 2.

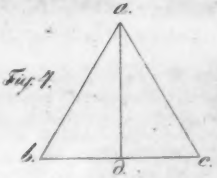


Fig. 4.

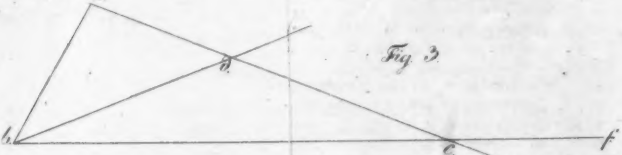


Fig. 3.

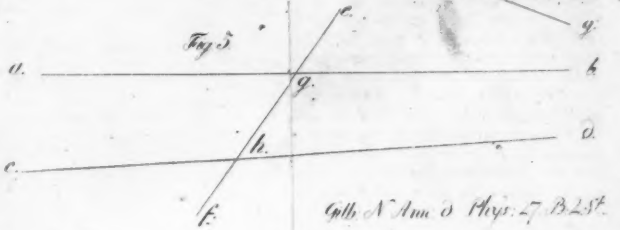


Fig. 5.

Gilb. N. Ann. d. Phys. 7. B. 2. St.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1817, ELFTES STÜCK.

I.

Ueber die Länge des Secunden-Pendels, und die Geſchwindigkeit des Schalls in verſchiedenen Mitteln,

von

Herrn LAPLACE.

(Frei überſetzt aus mehreren Aufſätzen in den *Ann. de Ch. et de Phyſ.* der HH. Gay-Luſſac und Arago von Gilbert.)

1) Ueber Borda's Meſſung der Länge des Secunden-Pendels,
(vorgeleſ. in der Pariſ. Akad. d. 28. Oktob. 1816.)

Die Verſchiedenheit in der Schwerkraft iſt eine Erſcheinung, welche ſich unter allen am mehrſten dazu eignet, uns über die Beſchaffenheit (*conſtitution*) des Erdkörpers zu belehren. Die Urſachen von welchen dieſe Verſchiedenheit abhängt, ſind

nicht auf die äufsere Rinde des Erdkörpers eingeschränkt, sondern reichen bis zu den tiefsten Erdschichten herab; so dafs eine etwas bedeutende Irregularität in einer Erdschicht, die in tausend Meilen Tiefe läge, sich in der Länge des Sekunden-Pendels merkbar äufsern müfste. Man übersieht leicht dafs in einer je gröfsern Tiefe eine solche Unregelmäfsigkeit statt fände, um so weiter sich der Einfluss derselben an der Erdoberfläche erstrecken würde. Aus diesem Grunde ist es sehr wichtig, die Längen des Secunden-Pendels mit einer solchen Genauigkeit zu beobachten, dafs man sicher seyn könne, dafs Anomalien, welche sich finden, nicht von Fehlern der Beobachtung herrühren. Man hat bereits an vielen Orten in beiden Halbkugeln die Länge des Secunden-Pendels durch Beobachtungen bestimmt, und obgleich diese noch manches zu wünschen übrig lassen, so beweist doch ihr regelmäfsiger, der Theorie der Schwere entsprechender Gang offenbar, dafs die Erdschichten von einer Symmetrie sind, wie sie sie nur in einem ursprünglich flüssigen Zustande habe annehmen können; ein Zustand, welchen allein die Wärme dem ganzen Erdkörper hat geben können.

Die Schwierigkeiten bei der Messung der Pendellängen verschwinden grofsentheils, wenn man dasselbe Pendel an den verschiedenen Stellen der Erdoberfläche beobachtet. Man erhält dann zwar nur das Verhältnifs der Längen des Secunden-Pendels an diesen Orten sehr genau; um daraus aber auf die

abſoluten Längen dieſes Pendels zu ſchlieſsen, reicht es hin, die Länge deſſelben an einem einzigen dieſer Orte mit aller Genauigkeit gemeſſen zu haben.

Die genaueſte unter allen Meſſungen abſoluter Pendel-Längen ſcheint mir die zu ſeyn, welche wir Borda'n verdanken, ſowohl wegen des Verfahrens ſelbſt und der Vorſichtsmaaſsregeln, deren Borda ſich bedient hat, als wegen der Länge des Pendels, das er ſchwingen lieſs, der groſsen Zahl ſeiner Verſuche, und der äuſserſten Genauigkeit, welche dieſen vortrefflichen Beobachter charakteriſirten. Die geringen Unterſchiede in den Reſultaten von 20 verſchiedenen Verſuchen, laſſen uns keinen Zweifel an der Genauigkeit ihres mittleren Reſultats. Durch Anwendung meiner Wahrſcheinlichkeits-Formeln auf ſie, finde ich, daſs ein Irrthum von $\frac{1}{180}$ Millimeter auſserordentlich unwahrſcheinlich ſeyn würde, wenn man ganz gewiſs wäre, daſs keine conſtanten Urſachen von Irrthum vorhanden waren.

Bei aufmerkſamer Unterſuchung des ſinnreichen Apparats Borda's entdeckt ſich indeſs eine ſolche Urſach, die zwar nur von einer ſehr kleinen, aber doch bei einem ſo feinen Gegenſtande nicht zu vernachläſſigenden Wirkung iſt. Borda's Pendel hat eine Axe mit einer Schneide, welche auf einer horizontalen Ebene ruht, und um dieſe Schneide ſchwingt es. Bei der Berechnung nimmt man eine ſolche Schneide für unendlich dünn; betrach-

tet man sie aber mit einer Loupe, so zeigt sie sich von der Gestalt eines halben Cylinders von mehr als $\frac{1}{100}$ Millimeter Halbmesser. Auf den ersten Anblick scheint es, dieser Halbmesser müsse zu der Länge des Pendels hinzugefügt werden; bei genauerem Nachdenken überzeugt man sich indefs leicht, dafs dieses falsch seyn würde. Die Schwingung geschieht um die Berührungslinie des Cylinders mit der Ebene, diese Linie verändert sich aber immerfort, und es läfst sich daher die Correction wegen des Halbmessers dieses Cylinders nur aus einer Berechnung der Kräfte nehmen, welche auf den Pendel wirken, nämlich der Schwere und der Reibung der Schneide auf der Ebene. Ich habe diese Berechnung unter der Voraussetzung gemacht, dafs die Schneide nicht auf der Ebene gleite, und finde das sonderbare Resultat, dafs der Halbmesser dieses Cylinders zu der Pendel-Länge nicht hinzuzufügen, sondern von ihr abzuziehen ist. Je länger der in Schwingung gesetzte Pendel ist, desto weniger merklich wird bei der Länge des Secunden-Pendels diese Correction. In den Pendel-Versuchen Borda's steigt sie nur auf $\frac{1}{4}$ des Halbmessers des Cylinders, in den Versuchen der HH. Bouvard, Biot und Mathieu beträgt sie hingegen mehr als dieser Halbmesser. Die letztern Physiker haben aus diesem Grunde den Secunden-Pendel um beinahe $\frac{1}{100}$ Millimeter länger als Borda finden müssen; und in der That ist dieses der Fall gewesen. Sehr bemerkenswerth ist es, dafs wenn man die erwähnte Correction bei

dieſen beiden Meſſungen der Länge des Secunden-Pendels zu Paris anbringt, der Unterſchied derſelben bis unter ½ Hundertel-Millimeter herab kömmt. Dieſes beweiſt die groſse Genauigkeit beider Verſuche, und zugleich die Präciſion des von Borda erdachten Apparats; eine Präciſion die es ſehr ſchwer ſeyn dürfte, zu übertreffen.

Wenn die Schneide der Pendel-Axe auf der Ebene gleitet, auf welcher ſie aufliegt, ſo wird die Correction von dem Geſetze des Widerſtands der Reibung abhängig, und wird es daher faſt unmöglich, ſie zu beſtimmen. Ich halte es aus dieſem Grunde für vortheilhaft, dieſe Ebene ganz wenig rauh zu laſſen, um das Gleiten der Axe zu verhindern. Ueberdem iſt es zuträglich, den Pendel nur in ſo kleine Schwingungen zu verſetzen, daſs die Linie der Schneide, welche die Ebene berührt, nicht die Reibung überſteigen könne, die ſie von dieſer Ebene leidet *).

a) Ueber die gegenſeitige Einwirkung von Pendeln auf einander, (vorgeleſen am 25. Novemb. 1816.)

Die Bemerkung, welche ich vor Kurzem in der Akademie über Borda's Meſſung der Länge des Secunden-Pendels vorgeleſen habe, hat mich veranlaſst, die verſchiedenen Umſtände genauer zu unterſuchen, welche auf dieſe Art von Verſuchen Ein-

*) *pour que le point du tranchant en contact avec le plan, ne puiſſe pas ſurmonter le frottement qu'il en éprouve.*

fluſs haben können, und zugleich alle Maaſsregeln der Vorſicht, die man zu nehmen hat, um ſich der Genauigkeit der Reſultate zu verſichern, und die bis aufs Aeuſserſte getrieben ſeyn müſſen, wenn man die Länge des Secunden-Pendels bis auf $\frac{1}{100}$ Millimeter genau finden will *).

Eine dieſer Vorſichtsregeln, und zwar die wichtigſte, iſt, den Apparat möglichſt unbeweglich zu befeſtigen, an einem ſehr maſſiven Körper, wie eine dicke Mauer, deſſen Theilchen überdem nicht geſchickt ſeyn dürfen, in ausgedehnte ſchwingende Erzitterungen zu gerathen. Daniel Bernoulli führt in den Schriften der Petersburger Akademie auf das Jahr 1772 folgende Bemerkung an, welche von Ferdinand Berthoud herrührt. Eine vortreffliche aſtronomiſche Pendeluhr, die zuvor nicht ſehr befeſtigt war, befeſtigte dieſer Künſtler möglichſt unbeweglich, und fand, daſs dieſe einzige Veränderung ſie um 5 Minuten täglich retardiren machte. Bernoulli giebt davon eine ſcharfſinnige und richtige Erklärung. Pendeluhren, welche an derſelben Bohle (*ſur une même barre*) befeſtigt ſind, drücken ihr eine kleine Bewegung ein, und ſetzen die kleinſten Theilchen derſelben in ſchwingende Bewegungen; durch dieſe vereinigten Urſachen wirken ſie die eine auf die andere ein, und modificiren gegenſeitig ihre Schwingungen. Huyghens

*) Das heiſst mit einer Genauigkeit von wenigſtens $\frac{1}{2}$ Hundertel-Linie alten pariſer Maaſs. *Gilb.*

erzählt in seinem Werke *de Horologio oscillatorio*, er habe zwei solche Uhren, die einen gleichen Gang hatten, auf diese Weise befestigt, und zu seinem Verwundern wahrgenommen, dass sie entgegengesetzt schwangen, indem die Schwingungen der einen immer genau in demselben Augenblick anfingen, wenn die Schwingungen der andern aufhörten. (?)

Noch weit merkwürdiger ist es, dass dieses selbst auch dann statt findet, wenn der Gang beider Uhren einzeln ein wenig von einander abweicht. Ellicot hat hierüber einige merkwürdige Versuche angestellt, welche man in den Schriften der Londner Gesellschaft der Wissenschaften auf das J. 1741 findet *), und Hr. Breguet hat ähnliche Resultate

*) *Anmerkung des französischen Herausgebers* [*wahrscheinlich Herrn Arago's*]. Da diese Versuche Ellicot's wenig bekannt sind, so setze ich hier die Hauptsache her. Zwei Uhren in besondern, vollkommen schliessenden Gehäusen, wurden so neben einander gesetzt, dass sie auf derselben Bohle (*tringle en bois*) ruhten. Die Pendel wogen jeder 23 Pfund, und waren wenn sie ruhten 2 Fuss von einander entfernt; ein Gewicht von 3 Pfund reichte hin, sie Bogen von 3° durchschwingen zu machen. Es wurde nun der Pendel der einen Uhr (*A*) in Schwingung gesetzt, der Pendel der andern Uhr (*B*) aber in Ruhe gelassen. Nach 16 Minuten hatte jener diesem so viel Bewegung mitgetheilt, dass er Bogen von 2° durchschwang und alles Räderwerk der Uhr in Gang setzte; und als nach 30 Minuten Gehen der Pendel der ersten Uhr angehalten wurde, durchschwang der der zweiten Uhr Bogen von 5°. Liess man dagegen den ersten Pendel in Ruhe und setz-

von zwei Chronometern erhalten, die er einen nahe bei dem andern gestellt hatte. Ich zeige hier, [wahrscheinlich in der Abhandlung, welche Herr Laplace der Akademie für ihre Schriften vorgelegt haben wird. G.], dass diese Erscheinungen hervorgebracht werden durch die Bewegung, welche die

te den der zweiten Uhr (*B*) in Schwingung, so kam jener nie in eine hinlänglich grosse Bewegung um die Räder umzutreiben und die Zeiger zu verrücken. Diese Verschiedenheit schreibt Ellicot der verschiedenen Länge der beiden Pendel zu. — Um das Stück des Apparats zu entdecken, durch welches die beiden Pendel auf einander einwirkten, brachte Ellicot hinter dem Gehäuse der Uhr *B* eine Stütze (*un appui*) die sie von der Bohle entfernte, und von dem Augenblick an war nicht mehr die geringste Einwirkung der einen Uhr auf die andere, diese mochte in Ruhe oder in Bewegung seyn, wahrzunehmen. Durch einen gehörig angebrachten Keil (*coin*) entfernte er darauf auch die Uhr *A* von der Bohle, und nachdem er so beide Gehäuse isolirt hatte, brachte er zwischen beide ein Stück Holz an, das sich zwischen ihnen durch etwas Reibung hielt. Durch diese Einrichtung fand sich der Einfluss des einen Pendels auf den andern so verstärkt, dass die Uhr *A* die benachbarte *B in 6 Minuten* Zeit in Bewegung setzte; und nach einer gleichen Zwischenzeit schon in Ruhe war. Dieser Einfluss schien in eben dem Grade abzunehmen, als der Boden, auf welchem die Gehäuse der Pendeluhren standen, fester wurde, ohne doch je ganz zu verschwinden. — Als beide Pendel zugleich mit Schwingungs-Bogen von ungefähr 4° in Bewegung gesetzt wurden, nahmen die Schwingungen von A an Grösse zu, von B an Grösse ab, so dass zuletzt die Räder und Zeiger der letztern Uhr stehen blieben; kaum waren dann aber einige Minuten vergangen, so fingen die Schwingungen des

Uhren in der Maſſe, die ſie hält, erzeugen, und durch die Schwingungen in die ſie die kleinſten Theilchen derſelben verſetzen.

Die Phyſiker haben bereits mehrere ſehr intereſſante Wirkungen ſolcher Erzitterungen bemerkt, unter welchen die ausgezeichnetſten, die von Hrn.

Pendels B wieder an, ohne doch ihre anfängliche Gröſse zu erreichen; doch ſetzten ſie bei Schwingungs-Bogen von 2° die Zeiger wieder in Bewegung. Während ſo die Schwingungen von B wieder auflebten, nahmen die des Pendels der Uhr A ab, und als ſie nur noch 1°30′ betrugen, blieb dieſe Uhr ſtehen; bald darauf wurden aber die Schwingungs-Bogen von A wieder gröſser, nahmen dagegen die von B ab, bis B aufs neue zum Stehen, und dann wieder in den Gang kam, zugleich aber dann die Schwingungen von A abnahmen, bis dieſe Uhr ſtand. Auch ſie kam dann zwar wieder in Schwingung, doch nicht mehr weit genug, um die Räder in Bewegung zu ſetzen, während der Pendel der Uhr B in Bogen von 4° eine ſehr lange Zeit über fortſchwang. — Um dieſe *wechſelſeitige* und *alternirende* Einwirkung beider Uhren genauer zu ergründen, ſetzte nun Ellicot beide Pendel zugleich in Schwingung, ſo daſs ſie ſehr groſse Bogen beſchrieben. Jetzt kam zwar keine der beiden Uhren zum Stehen, ihre Pendel beſchrieben aber doch abwechſelnd eine nach der andern den gröſsern Bogen; und obgleich ihr Gang wenn ſie einzeln ſtanden, von einander um 1′ 30″ in 24 Stunden abwich, ſo gingen ſie doch, auf dieſe Art vereinigt, jetzt mehrere Tage lang fort, ohne ſich je eine von der andern *auch nur um eine einzige Secunde* zu entfernen. Die Pendeluhr A ging in dieſem Falle um 1′ 17″ vor, und die Uhr B blieb um 19″ zurück im Vergleich mit ihrem gewöhnlichen Gang. — Wurde die Länge der Pendel verändert, ſo veränderte ſich zugleich die Dauer der Periode, während der ihre Bewegung zunahm und wieder abnahm;

Chladni beobachteten Erſcheinungen an tönenden Scheiben und Stäben ſind. Dieſer gelehrte Phyſiker hat auf ihnen eine Methode gegründet, die Geſchwindigkeit des Schalls in den verſchiedenen feſten Körpern zu beſtimmen. Die vorſtehenden Unterſuchungen haben mich auf das folgende Theorem über dieſe Geſchwindigkeit in den feſten, tropfbar-flüſſigen und luftförmigen Körpern geführt:

[3) Allgemeines Theorem über die Geſchwindigkeit des Schalls in verſchiedenen Mitteln.]

Ich nehme an, man habe durch Verſuche die Gröſse beſtimmt, bei *feſten* Körpern, um welche

je mehr die Pendel-Länge ſich der Gleichheit näherte, deſto länger wurde dieſe Periode.

Ein für dieſe Verſuche wichtiger Umſtand, deſſen Ellicot nicht erwähnt hatte, wurde im *Journal des Savans* vom 6. März 1665 nachgetragen. Wenn die beiden neben einander ſtehenden Uhren einen übereinſtimmenden Gang angenommen haben, ſchwingen beide Pendel nicht ſo, daſs ſie einander parallel ſind, ſondern entgegengeſetzt, einander zuwärts und von einander abwärts. Und wenn man ſie anders ſchwingen macht, ſo kommen ſie nach einiger Zeit immer wieder zu dieſem übereinſtimmenden Schwingen zurück. — In dem Doppel-Chronometer des Herrn Breguet konnten die beiden Syſteme auf einander nur durch das Stück Meſſing, auf welchem ſie befeſtigt waren, einwirken; die Luft zum wenigſten war dabei ohne alle Mitwirkung, denn ſie behielten auch im luftleeren Raum verſetzt, ihren übereinſtimmenden Gang, (wie ich mich durch einen Verſuch überzeugt habe), obgleich ſie alsdann um mehr als 20″ in 24 Stunden ſchneller gingen.

ein horizontal liegender 1 Meter langer Stab sich verlängert, wenn er an dem einen Ende befestigt ist, und an dem andern Ende durch ein dem seinigen gleiches Gewicht nach der Länge gezogen wird; bei *flüssigen* Körpern aber die Gröfse, um welche eine horizontale, 1 Meter lange Säule derselben, durch ein dem ihrigen gleiches Gewicht zusammen gedrückt wird. Der Satz lautet dann folgendermafsen: „Wenn man durch diese Verlängerung oder Verkürzung das Doppelte der Zahl von Meter dividirt, welche ein schwerer Körper in der ersten Sexagesimal-Secunde durchfällt, so giebt die Quadratwurzel dieses Quotienten die Zahl von Metern, welche der Schall während 1 Secunde in diesem Körper durchläuft."

So zum Beispiel hat Borda gefunden, dafs ein 11¼ Fufs langes messingenes Lineal, welches 37 Unzen wog, durch ein Gewicht von 24 Pfund um 5¼ Hundert-Tausentel einer Toise verlängert wurde. Hieraus folgt, dafs ein messingenes Lineal von 1 Meter Länge durch die Wirkung seines eigenen Gewichts um 0,000000773?9 Meter verlängert werden würde. Dividirt man nun durch diesen Bruch den Raum von 9,8088 Meter, welcher das Doppelte des Raums ist, den die Schwere in Paris in der ersten Secunde durchfallen macht, und zieht aus dem Quotienten die Quadratwurzel, so erhält man 3560,4; und dieses ist die Zahl von Metern, welche der Schall in einer Secunde in dem Messing durchläuft.

Es ist bekannt, dafs die Geschwindigkeit des Schalls in der Luft um ungefähr den sechsten Theil durch die Wärme vermehrt wird, welche beim Annähern der schwingenden Theilchen an einander frei wird. Dieselbe Ursach mufs unstreitig auch die Geschwindigkeit des Schalls in allen andern Körpern verändern, es ist aber schwer, ihren Einfluſs hier zu bestimmen. Man kann jedoch dahin gelangen, wenn man die nach dem vorstehenden Theorem berechnete Geschwindigkeit mit der vergleicht, welche Herr Chladni mittelst der Längen-Schwingungen tönender Stäbe gefunden hat, indem dieses letzte Verfahren die wirkliche Geschwindigkeit des Schalls in diesen Körpern giebt. Zieht man jene von dieser ab, so hat man die Wirkung der durch die Schwingungen bewirkten abwechselnden Erhöhungen und Erniedrigungen der Temperatur. Die aus den Versuchen des Herrn Chladni mit einem Messingstabe gefolgerte Geschwindigkeit des Schalls ist 3596,58 Meter in einer Secunde, übertrifft also die eben berechnete nur um ungefähr ein Hundertel; die erwähnte Wirkung ist also hier weit unbedeutender als in der Luft. Die kleinen Fehler der Versuche lassen jedoch über diesen Gegenstand noch einige Ungewifsheit *).

Zu einem Beispiel der Anwendung des Satzes auf flüssige Körper mag mir das *Wasser* dienen.

*) Besonders auch die grofse Verschiedenheit des Messings aus verschiedenen Fabriken. *Gilb.*

Nach den von Canton in den *Philoſ. Transact. Vol.* 52. und 54. bekannt gemachten Verſuchen, wird bei 0,76 Meter Barometerſtand und 10° C. Wärme, das Volumen des Waſſers durch den Druck der Atmoſphäre um 0,0000425 vermindert. Die lineare Verminderung iſt drei Mal kleiner. Folglich wird eine Waſſerſäule von 1 Meter Länge durch den Druck einer ſenkrechten Waſſerſäule von 10,325 Meter Höhe um 0,0000145 Meter verkürzt, und alſo durch den Druck einer ihrem Gewichte gleichen [d. h. 1 Meter hohen] Waſſerſäule um 0,00000014044 Meter verkleinert. Dividirt man hiermit in 9,808 Meter, und zieht aus dem Quotienten die Quadratwurzel, ſo findet man 2642,8; und dieſe Zahl von Meter muſs der Schall im Waſſer in einer Secunde durchlaufen. Die Geſchwindigkeit deſſelben im Waſſer iſt alſo ungefähr 8 Mal ſo groſs als in der Luft *).

Canton's Verſuche mit Meerwaſſer vom ſpecif. Gewicht 1,028 geben für die Raumverminderung deſſelben durch den Druck der Atmoſphäre 0,0000375; woraus eine Geſchwindigkeit des Schalls von 2807,4 Meter in dem Meerwaſſer folgt. — Dieſe beiden Geſchwindigkeiten des Schalls im Waſſer gehören zu einer Temperatur von 10° C., und verändern ſich ſehr merklich mit ihr.

Die Verſuche, aus denen ſich auf dieſe Weiſe

*) Eine Verbeſſerung dieſer nicht ganz richtigen Berechnungen findet man am Ende der folgenden Vorleſung. *Gilb.*

die Geſchwindigkeit des Schalls in den verſchiedenen Körpern beſtimmen läſst, ſcheinen mir es recht ſehr zu verdienen, die Aufmerkſamkeit der Phyſiker auf ſich zu ziehen.

4) Ueber die Geſchwindigkeit des Schalls in der Luft und im Waſſer.

(vorgeleſen den 23. December 1816.)

Newton hat im zweiten Buche ſeiner *Principia mathematica Philoſophiae naturalis* den mathematiſchen Ausdruck für die Geſchwindigkeit des Schalls [durch die Luft] gegeben. Die Art, wie er zu demſelben gelangt, iſt einer der merkwürdigſten Züge ſeines Genies *). Wenn man nach dieſem Ausdruck die Geſchwindigkeit des Schalls berechnet, ſo findet ſie ſich um ungefähr den ſechſten Theil kleiner als dieſe Geſchwindigkeit, welche von Mitgliedern unſerer Akademie im Jahr 1738 durch ſehr ſorgfältige Verſuche über den Schall gefunden worden iſt. Newton kannte ſchon dieſe Verſchiedenheit zwiſchen Rechnung und Beobachtung durch Vergleichung mit den zu ſeiner Zeit angeſtellten Verſuchen über den Schall, und hat verſucht, ſie zu erklären; die neueren Entdeckungen über die Natur der atmoſphäriſchen Luft, widerlegen aber ſeine Erklärung und alle andere, welche von mathematiſchen Phyſikern bis hierher gemacht worden waren.

*) Man vergleiche Herrn La Grange's Urtheil in dieſen Annalen B. 44. S. 240. *Gilb.*

Glücklicherweise haben uns diese Entdeckungen zugleich eine Erscheinung kennen gelehrt, welche, wie es mir schien, die wahre Ursach ist, warum die beobachtete Geschwindigkeit des Schalls gröſser als die berechnete ist; und meiner [vor mehreren Jahren darüber geäuſserten] Meinung sind die mehrsten mathematischen Physiker beigetreten. Dieses ist die bekannte Erscheinung, daſs Luft, wenn sie zusammengedrückt wird, Wärme entwickelt. Wenn man die Temperatur der Luft erhöht, während ihr Druck unverändert derselbe bleibt, wird blos ein Theil des Wärmestoffs, den sie enthält, dazu verwendet, diese Wirkung hervorzubringen. Der andere Theil wird latent, und dient, sie auszudehnen und ihren Raum zu vergröſsern, und dieser Theil ist es, der sich entbindet, wenn man die so ausgedehnte Luft durch Druck wieder zu ihrem anfänglichen Raume zurück bringt. Diesem zu Folge muſs nothwendig auch die Wärme, welche dadurch, daſs zwei benachbarte Theilchen einer schwingenden Luftfiber sich einander nähern, frei wird, die Temperatur der Luft erhöhen, indem sie sich allmählig durch die Luft und die umgebenden Körper verbreitet. Da aber diese Verbreitung (*diffusion*) und die Strahlung (*irradiation*) im Vergleich mit der Geschwindigkeit der Vibrationen der Lufttheilchen ausnehmend langsam vor sich gehen, so läſst sich ohne merkbare Fehler annehmen, daſs während der Dauer einer Vibration die Menge der Wärme zwi-

ſchen den beiden benachbarten Theilchen dieſelbe bleibt. Dann aber müſſen ſich dieſe Theilchen indem ſie ſich einander nähern, ſich ſtärker abſtoſsen, aus zwei Gründen: erſtens, weil, wenn ihre Temperatur conſtant bliebe, ihr gegenſeitiges Zurückſtoſsen im verkehrten Verhältniſſe ihrer Entfernung wachſen würde; und zweitens, weil der ſich entwickelnde latente Wärmeſtoff ihre Temperatur erhöht. Newton hat nur die erſte dieſer beiden Urſachen von Repulſion in Betracht gezogen; es fällt aber in die Augen, daſs die zweite Urſach die Geſchwindigkeit des Schalls vermehren müſſe, weil ſie die Elaſticität der Luft vergröſsert. Indem ich ſie mit in Rechnung nehme, gelange ich zu folgendem Theoreme:

„Die wirkliche Geſchwindigkeit des Schalls iſt gleich dem Producte aus der Geſchwindigkeit, welche Newton's Formel giebt, in die Quadratwurzel des Verhältniſſes der ſpecifiſchen Wärme der unter dem conſtanten Druck der Atmoſphäre ſtehenden Luft in verſchiedenen Temperaturen, zu der ſpecifiſchen Wärme derſelben, wenn ihr Volumen conſtant bleibt *).“ Und nimmt man mit mehreren Phyſikern an, daſs die in einer Luftmaſſe, welche unter einem conſtanten Drucke ſteht, in ver-

*) *par la racine carrée du rapport de la chaleur ſpecifique de l'air ſoumis à la preſſion conſtante de l'atmoſphere et à diverſes temperatures, à ſa chaleur ſpécifique lorsque ſon volume reſte conſtant.*“ [Die beſte Erläuterung dieſer Aus-

ſchiedenen Temperaturen enthaltene Wärme ihrem Raume proportional ſey, (welches von der Wahrheit nicht weit abweichen kann), ſo wird die vorhergehende Quadratwurzel „zu der Quadratwurzel des Verhältniſſes der Differenz zweier Drucke, zur Differenz der Wärmemengen, welche zwei gleiche Räume atmoſphäriſcher Luft, die unter dieſen beiden Drucken ſtehen, entwickeln, indem ſie von einer gegebenen Temperatur zu einerlei niedrigerer Temperatur übergehen; wobei man die kleinſte dieſer Wärmemengen und den kleinſten jener Drucke für Einheiten zu nehmen hat *)."

Ich wünſchte dieſes Theorem mit der Erfahrung zu vergleichen, und glücklicher Weiſe finde ich unter den zahlreichen Reſultaten der intereſſanten Arbeit der HH. La Roche und Berard über die ſpecifiſche Wärme der Gasarten die Erfahrungs-Data, welche in dem Theorem als bekannt vorausgeſetzt werden. Dieſe geſchickten Phyſiker haben

drücke giebt die gleich folgende Anwendung des Satzes auf beſtimmte Beiſpiele. Unter *Verhältniſs, rapport*, iſt hier der Quotient des Vorderglieds des Verhältniſſes durch das Hinterglied zu verſtehen. *Gilb.*]

*) *celle du rapport de la différence de deux preſſions, à la différence des quantités de chaleur que développent deux volumes égaux d'air atmoſphérique ſoumis reſpectivement à ces preſſions, en paſſant d'une température donnée à une même température inférieure, la plus petite de ces quantités de chaleur et la plus petite de ces preſſions étant priſes pour unités.*

nämlich die Wärmemengen gemeſſen, welche zwei gleiche Räume atmoſphäriſcher Luft, von denen der eine durch das Gewicht der Atmoſphäre, der andere durch ein um $\frac{75}{1000}$ gröſseres Gewicht zuſammengedrückt waren, bei Erniedrigung ihrer Temperatur um ungefähr 80° entbanden; und haben gefunden, daſs, wenn die beim kleinern Druck entbundene Wärme 1 geſetzt wird, die beim gröſsern Druck entbundene 1,24 beträgt. Dem vorſtehenden Theorem zu Folge muſs man alſo, um die wahre Geſchwindigkeit des Schalls zu erhalten, die aus der Newton'ſchen Formel abgeleitete Geſchwindigkeit noch multipliciren mit der Quadratwurzel des Verhältniſſes von $\frac{135}{1000}$ zu $\frac{124}{1000}$, oder mit $\sqrt{\frac{1}{2}}$. Jene Formel giebt aber für eine Temperatur von 6° den Raum, welchen der Schall in einer Sexageſimal-Secunde durchläuft gleich 282,42 Meter; und multiplicirt man ihn mit $\sqrt{\frac{1}{2}}$, ſo erhält man 345,35 Meter. Die Verſuche der Mitglieder der franzöſiſchen Akademie haben dieſe Geſchwindigkeit gegeben 337,18 Meter. Der Unterſchied beider Reſultate kann von Fehlern des Verſuchs herrühren; aus der Kleinheit deſſelben aber geht unwiderleglich hervor, daſs der Ueberſchuſs der beobachteten Geſchwindigkeit des Schalls über die nach Newton's Formel berechnete, von der latenten Wärme herrührt, welche die Compreſſion der Luft entwickelt.

Aus dem Vorhergehenden folgt, daſs, wenn man einen gegebenen Raum Luft bei conſtantem Druck durch Vermehrung ſeiner Temperatur vergrö-

ſert, und dann durch Vermehrung des Drucks zum vorigen Raume zurückbringt, er durch dieſe Compreſſion $\frac{1}{3}$ der angewendeten Wärme entbinden wird. Es wäre zu wünſchen, daſs die Phyſiker durch direkte Verſuche das Verhältniſs der ſpecifiſchen Wärmen der Luft bei conſtantem Druck und der Luft bei conſtantem Raum beſtimmten; welches Verhältniſs wir hier 1,5 gefunden haben. Die von den Mitgliedern der Pariſer Akademie beobachtete Geſchwindigkeit des Schalls giebt für dieſes Verhältniſs 1,4254. Vielleicht iſt, bei der groſsen Schwierigkeit der direkten Verſuche, dieſe Geſchwindigkeit das genaueſte Mittel, das genannte Verhältniſs zu finden.

Ich habe in meiner vorhergehenden Vorleſung aus Canton's Verſuchen über die Compreſſion des Waſſers, die Geſchwindigkeit des Schalls im Regenwaſſer auf 2642,8, und im Meerwaſſer auf 2807,4 Meter in der Sexageſimal-Secunde berechnet, wobei ich blos die lineare Raum-Verminderung des Waſſers durch Compreſſion in Rechnung brachte. Ich habe mich aber ſeitdem überzeugt, daſs man die ganze Verminderung dieſes Raums in Anſchlag bringen muſs, und daſs daher die eben erwähnten Zahlen noch mit $\sqrt{3}$ zu dividiren ſind. Dieſes giebt die Geſchwindigkeit des Schalls im Regenwaſſer 1525,8 und im Meerwaſſer 1620,9 Meter, ſo daſs alſo der Schall im ſüſsen Waſſer nur eine 4 Mal gröſsere Geſchwindigkeit als in der Luft hat.

II.

Verſuch, die Lehre Davy's über die Natur der oxydirten Salzſäure, als die wahrſcheinlichere darzuthun, und die dagegen von Berzelius gemachten Einwürfe zu beſeitigen; von Herrn Suchomlinov zu Charkow.

(Veranlaßt und mitgetheilt durch den Profeſſor von Gieſe.) *)

Vorwort von Letzterem.

Es macht mir ein beſonderes Vergnügen, durch die folgende Abhandlung einen meiner würdigſten Charkower

*) Und zwar ſchon vor anderthalb Jahren. Da aber die Leſer dieſer Annalen damals, wie ich Urſach hatte zu fürchten, mit dieſen Materien überſättigt waren, ſo glaubte ich dem Herrn Verfaſſer einen Dienſt zu leiſten, wenn ich die mir anvertraute Arbeit nicht ſogleich in den Druck gab; jetzt wird ſie mehr ſorgfältige Leſer finden, als ſie damals gefunden haben würde. Halogen, Haloid etc., ſind (wie ich in dieſen Annalen Jahrg. 1815 St. 8. oder B. 50. S. 100. f. gezeigt habe) an ſich fehlechte und unzuläſſige Benennungen, die überdem in ſonderbarem Contraſte mit den Benennungen Jodine, Jodine-Metall etc. ſtehen, deren der Herr Verf. ſich zugleich bedient hat; auch ſind ſie meinen Leſern fremd. Ich habe mir daher erlaubt, ſtatt ihrer Davy's Benennungen zu ſetzen, die jedermann kennt. *Gilbert.*

Zöglinge, als einen denkenden Chemiker in die gelehrte Welt einführen zu können. Sie ist durch die bekannte Abhandlung des Herrn Berzelius über die neue und die alte Lehre von der oxydirten Salzsäure im 50. Bande dieser Annalen (Jahrg. 1815 St. 8.) veranlasst worden. Nach Durchlesen dieser Abhandlung, in welcher der berühmte schwedische Chemiker die ältere Annahme über die chemische Natur der oxydirten Salzsäure zu vertheidigen sucht und den Anhängern der neuen Vorwürfe macht, fühlte ich nicht, dass dadurch die Unwahrheit der neuen Lehre dargethan sey. Da nun die Aussprüche eines bewährten scharfsinnigen Forschers, von vielen, besonders wenn ihre nähere Prüfung etwas schwierig ist, leicht als wahre angenommen werden, für welche ich die, in der Berzelius'schen Abhandlung, nicht halten kann, so entstand bei mir der Vorsatz, den Wunsch nach meinen Kräften zu erfüllen, welchen Berzelius selbst, am Ende seiner Abhandlung (a. a. O. S. 446.) äussert. Die Ausführung dieses Vorsatzes konnte ich indess Herrn Suchomlinov übertragen, der gerade einen Beweis seiner gelehrten Kenntnisse abzulegen hatte. Ich war hierbei überzeugt, dass derselbe, vertraut mit meinen Ideen über diesen Gegenstand, bekannt mit den vorhandenen Arbeiten, und ausgerüstet mit allen hierzu erforderlichen Fähigkeiten, dasjenige leisten würde, was die gehörige Beleuchtung dieses schwierigen Gegenstandes fordert. Er hat dieses gethan, und kaum sind einige Punkte in seiner scharfsinnigen Abhandlung vorhanden, die ich nicht unterschreiben könnte. Der unpartheiische Denker wird unstreitig, nach Lesung derselben, zu der Ueberzeugung gelangen, dass

die Davy'sche Lehre über die Natur der oxydirten Salzsäure wenigstens eben so gründlich zu vertheidigen sey, als es Berzelius in Hinsicht der ältern Lehre zu thun versucht hat.

Ferdinand v. Giese.

Es ist allgemein bekannt, dass Davy eine neue Hypothese über die Natur der sogenannten oxydirten Salzsäure aufgestellt hat, nach welcher dieser Körper zu der Klasse der bis jetzt unzerlegten Substanzen gehört. Diese Lehre wurde bald von einigen Chemikern angenommen, von andern aber bestritten. So machten Berzelius und Berthollet mehrere Einwendungen gegen dieselbe *) und räumten der verbesserten ältern Lehre den Vorzug ein. Die Entdeckung und nähere Untersuchung der Jodine hat viel zur Verbreitung der neuen Lehre beigetragen, und mehrere französische Chemiker veranlasst, sich für dieselbe zu erklären. Herr Berzelius blieb dagegen immer bei der ältern, und hat neulich eine ausführliche Prüfung beider Theorien bekannt gemacht, worin er die Unwahrscheinlichkeit der neuen Lehre zu beweisen sucht **). Herr Hildebrandt bemühte sich auch, die Unstatthaftigkeit derselben zu zeigen, wobei er aber man-

*) Man findet sie und andere in der Neuen Folge von Gilbert's Annalen der Physik.

**) Gilb. Annal. B. 50. S. 356.

che Erfahrungen und Annahmen zum Grunde legte, die sowohl der neuen als der ältern Theorie widersprachen und durch frühere genauere Versuche völlig widerlegt werden *). Wir wagen es hier, auf einige Umstände aufmerksam zu machen, welche zu zeigen scheinen, dass die neue Lehre nicht nur sich gegen die ihr gemachten Vorwürfe vertheidigen könne, sondern auch in mehreren Rücksichten vor der ältern den Vorzug hat. Wir werden dabei die vortreffliche Abhandlung des Herrn Berzelius beständig vor Augen haben, weil sie die meisten Gegenstände umfasst und darin alles vorkömmt, was in den Einwendungen anderer Chemiker eine Beachtung verdient.

1. Chlorine ist ein einfacher Körper, der keinen Sauerstoff enthält. Sie kann sich mit diesem verbinden und ein Oxyd (Euchlorine) und eine Säure bilden.

Die Eigenschaft der Chlorine, mit Wasser verbunden in niederer Temperatur zu krystallisiren, scheint dem Herrn Berzelius ein Umstand zu seyn, welcher der neuen Lehre nicht günstig ist, weil man dies bei keinem andern einfachen Körper bemerkt. Dieser Einwurf könnte nur dann etwas gelten, wenn Thomson's Behauptung, dass Schwefel-Milch ein Schwefel-Hydrat sey, widerlegt würde, was aber bis jetzt, so viel ich weiss, nicht geschehen ist.

Gegen die Verbindungen der Chlorine mit dem

*) Schweigger's Journ. B. 13. S. 72.

Sauerſtoff macht Herr Berzelius folgende Einwendungen. *Erſtens*, es ſey ſehr ſonderbar, daſs ein Elementarkörper, die Chlorine, ihrem erſten Oxyde in Eigenſchaften, z. B. Farbe, Geruch, Auflöslichkeit im Waſſer u. ſ. w., ſo auſserordentlich ähnlich ſeyn ſollte; indeſs in der ältern Theorie ſich wohl begreifen laſſe, wie zwei neben einander liegende Oxydationsſtufen einander ſehr ähnlich ſeyn können. — Es ſcheint jedoch aus Davy's Verſuchen hervorzugehen, daſs die Chlorine und das Chlorine-Oxyd nur in Farbe, Geruch und Auflöslichkeit im Waſſer einander ähnlich ſind, und auch hierin nicht auſserordentlich. Die Farbe des Chlorine-Oxyds iſt tiefer grün; wäre ſie aber der der Chlorine auch noch ähnlicher, ſo würde dieſes doch nichts beweiſen, da z. B. einige Oxyde dieſelbe Farbe haben, als ihre Salze, und man nicht ſagen kann, daſs zwiſchen der Chlorine und ihrem Oxyde eine gröſsere Verſchiedenheit ſtatt haben müſſe, als zwiſchen einem Oxyde und ſeinem Salze. Iſt es nicht weit ſonderbarer, daſs manche Hyper-Oxyde metalliſchen Glanz haben? Der Geruch des Chlorine-Oxyds iſt gleich dem des gebrannten Zuckers mit dem der Chlorine verbunden, welcher letzterer vielleicht von der entſtehenden Chlorine ſelbſt herrührt, da das Chlorine-Oxyd ſo leicht zerſetzbar iſt. Es iſt auflöslich im Waſſer, wie es zu erwarten war, ſchon nach der Analogie mit vielen andern Körpern, welche erſt durch Verbindung mit

dem Sauerſtoff die Eigenſchaft bekommen, ſich im Waſſer aufzulöſen.

Zweitens wendet Herr Berzelius ein, die Oxydationsſtufen der Chlorine ſtimmten weniger gut mit der Lehre von den beſtimmten Proportionen, und der Sprung von 1 zu 3, welchen die Chlorine auf ein Mal macht, ſey, mit andern Körpern verglichen, ganz ohne Beiſpiel. Man kenne noch keine Oxydationsſtufe, in welcher 1 Antheil Grundlage mit 5 Antheilen Sauerſtoff verbunden iſt, und aus den Anſichten der Corpuscular-Theorie laſſe es ſich ſogar muthmaſsen, daſs eine ſolche Verbindung nicht vorhanden ſeyn könne." — So lange die Urſach der beſtimmten Verhältniſſe, in welchen die Körper ſich mit einander verbinden, unbekannt iſt, hat man indeſs, wie es mir ſcheint, keinen Grund, irgend eine Verbindung für unmöglich zu halten, oder eine Verbindung, als mehr geſetzmäſsig denn eine andere, zu betrachten. In unſerm Falle wäre die Analogie ſehr unſicher, weil aus den vorhandenen Unterſuchungen mehrerer Oxyde kein allgemeines Geſetz ſich ableiten läſst, ſondern die Progreſſionen in der Menge des Sauerſtoffs, welche die Körper in verſchiedenen Oxydationsſtufen aufnehmen, bei verſchiedenen Stoffen auch abwechſelnd ſind. So iſt dieſe Progreſſion bei einigen Körpern 1, 1½, 2; bei andern 1, 2, 3, 4, oder 1, 4, 6; und beim Golde 1, 3; welches Verhältniſs auch beim Kalium, nach Gay-Luſſac's und Thenard's Verſu-

chen, Statt zu haben ſcheint. Die Oxydations-Stufen der Chlorine bilden die Reihe 1, 5, oder 1, 3, 5, wenn nämlich chlorinige Säure exiſtirt, in welcher, nach Gay-Luſſac's Vermuthung, 3 Mal ſo viel Sauerſtoff, als im Chlorine-Oxyde enthalten ſeyn würde *). Nach der alten Lehre würden die Oxydationsſtufen des Radikals der Salzſäure in folgender Progreſſion fortlaufen: 1, $1\frac{1}{2}$, 2, 4, oder 1, $1\frac{1}{2}$, 2, 3, 4. Nun fragt ſich, welche von jenen Reihen als normal anzuſehen iſt, um nach ihr die gröſsere oder geringere Geſetzmäſsigkeit der andern zu beurtheilen? Iſt die Atomenlehre richtig, ſo wird immer bei dem jetzigen Zuſtande unſerer Kenntniſſe, die Chlorine nicht allein eine Ausnahme von den Geſetzen machen, d. h. in Rückſicht der Progreſſion in den Oxydationsſtufen. — Der Sprung von 1 zu 5 wäre ohne Beiſpiel, aber die Fähigkeit der Salzſäure, ſich zu oxydiren und zu überoxydiren, wäre auch ohne Beiſpiel. Herr Berzelius ſagt jedoch, daſs das letztere keinen Beweis gegen die ältere Lehre abgeben könne, weil es für ſich nichts Unwahrſcheinliches hat, und man ſonſt die Möglichkeit alles deſſen läugnen müſste, was noch unentdeckt iſt. Was beweiſt aber, daſs die Verbin-

*) Gilb. Annal. B. 49. S. 327. u. 355. Herr Berzelius hält übrigens ſelbſt die Exiſtenz einer Verbindung aus 1 Theil Salzſäure-Radikals mit 3 Mal ſo viel Sauerſtoff als in der Salzſäure vorhanden iſt, für wahrſcheinlich, welche Verbindung dann die chlorinige Säure der neuen Lehre vorſtellen würde.

dung von 1 Th. Chlorine mit 5 Mal so viel Sauerstoff, als in dem Oxyde desselben vorhanden ist, für sich unwahrscheinlich ist; oder ist es schon ausgemacht, dafs keine andern Oxydationsstufen der Chlorine gefunden werden können? — Dagegen haben in der alten Lehre einige Eigenschaften der Oxyde des Salzsäure-Radikals in der That etwas Anstöfsiges. Die erste und die vierte Oxydationsstufe können nicht ohne Wasser dargestellt werden, indefs die zweite und die dritte auch wohl für sich bestehen. Die Nothwendigkeit des Wassers zur Existenz der Chlorine-Säure ist eine Erscheinung, in welcher diese Säure der Schwefelsäure und der Salpetersäure analog ist. Hier sind nämlich beide Bestandtheile einander nicht sehr entgegengesetzt, und ziehen sich folglich nicht stark an. Wenn daher die Menge des einen Bestandtheils, d. h. des Sauerstoffs so anwächst, dafs die Verwandtschaft des andern seine Elasticität nicht mehr überwinden kann, so bedürfen beide eines dritten Körpers, welcher sie zusammenhält, und vor der Trennung, die sonst leicht erfolgen würde, schützt, durch seine Verwandtschaft zu der entstehenden Verbindung *). Auf eine solche Weise kann man einigermaafsen

*) Die Schwefelsäure, welche durch gröfsere Gegensätze, als die Salpetersäure erzeugt wird, kann unter gewissen Umständen wasserfrei dargestellt werden; aber dann ist sie auch zersetzbarer, als in dem gewöhnlichen Zustande. Dagegen haben wir wenig Hoffnung, die Salpetersäure einmal wasserfrei zu erhalten, weil die beiden Bestandtheile derselben elastisch

den Grund einsehen, warum das Wasser zur Existenz mancher Säuren erforderlich ist; und für die Chlorinesäure gilt es sowohl nach der neuen, als nach der alten Theorie. Wozu aber das Wasser der Salzsäure (in der ältern Lehre) dienen könnte, ist schwer zu begreifen. Sie wird selbst von den wirksamsten Agentien nicht zersetzt, und erscheint überhaupt als eine Verbindung von grösstem Bestand; weshalb sollte sie nun nicht für sich existiren können? Dies wäre um so sonderbarer, da die zwei folgenden Oxydationsstufen des vermeintlichen Salzsäure-Radikals, die nur schwächere Verbindungen sind, doch auch ausser Verbindung mit andern Körpern bestehen.

2. Die Chlorine treibt den Sauerstoff aus den meisten Metalloxyden aus.

Herr Berzelius hat sehr richtig gezeigt, dass diese Erscheinung auch nach der ältern Theorie ganz consequent und befriedigend erklärt werden könne. Dieser grosse Chemiker hält dagegen das Austreiben des Sauerstoffs aus den Oxyden, welches die neue Lehre annimmt, für einen Umstand, der der electro-chemischen Theorie widerspricht, indem die Chlorine in diesem Falle zugleich minder und mehr negativ, als der Sauerstoff seyn würde. Minder negativ, weil sie sich mit Sauerstoff zu einem Oxyde

und einander minder entgegengesetzt sind, und ihr Sauerstoffgehalt den der Schwefelsäure weit übertrifft.

und zu einer Säure verbindet, und ihm als Grundlage dient; mehr negativ, weil sie ihn aus den Oxyden austreibt und folglich gröfsere Verwandtschaft zu den Metallen zeigt. Berzelius nimmt nämlich an, dafs nach den electro-chemischen Grundsätzen ein Körper, der einem zweiten mehr entgegengesetzt ist, als ein dritter, diesen aus seiner Verbindung mit dem zweiten austreiben müsse, und dafs dieses *Austreiben unter hervorgebrachter Temperatur-Erhöhung Zeichen einer gröfsern Verwandtschaft* sey. Aber bekanntlich widersprechen eine Menge Thatsachen diesem Gesetze. Ich will blos an die Zersetzung des Wassers und des Schwefel-Wasserstoffs durch Kalium, und zwar unter starker *Temperatur-Erhöhung*, erinnern. Kann man hieraus schliefsen, dafs das Kalium positiver, als der Wasserstoff ist? Herr Berzelius giebt selbst zu, dafs viele Erscheinungen mit der obigen electrochemischen Ansicht der einfachen Wahlverwandtschaft nicht übereinstimmen, behauptet aber, dafs sie das Gesetz nicht umstofsen, sondern blos auf die Erweiterung unserer Kenntnisse warten, ohne den Grund anzuführen, warum gerade das Austreiben des Sauerstoffs durch die Chlorine mit der electrochemischen Theorie durchaus nicht bestehen könnte. Dies müfste um so weniger der neuen Lehre vorgeworfen werden, da in der alten folgender Umstand eine noch auffallendere Abweichung von den electrochemischen Verwandtschafts-Gesetzen darbietet. Das Salzsäure-Radikal bildet schon auf der

ersten Oxydationsstufe eine starke Säure, und muss folglich ein ziemlich negativer Körper seyn. Herr Berzelius stellt dasselbe in dieser Rücksicht gleich nach dem Schwefel und Phosphor, über Boracium und Kohlenstoff. Demnach würde die Salzsäure ein Produkt von nicht starken Gegensätzen seyn, und ihre Bestandtheile müssten also einander nur durch eine schwache Verwandtschaft binden. Dieses findet aber nicht statt, weil die Salzsäure den wirksamsten Agentien widersteht, und durch die Körper, welche weit positiver, als ihr Radikal sind, nicht zersetzt werden kann. Welche Umstände stehen hier der Zersetzung im Wege?

3. Die Chlorine verbindet sich mit dem Schwefel zu einem eigenthümlichen Körper.

Nach der ältern Lehre ist dieser Körper eine Verbindung von wasserfreier Salzsäure mit Schwefeloxyd. Das Verhalten desselben zum Wasser erklären beide Theorien gleich befriedigend, aber in Rücksicht folgender Eigenschaft scheint die neue den Vorzug zu haben. Die Schwefel-Chlorine löst den Phosphor auf, wodurch eine dreifache Verbindung von sauerstofffreien Körpern entsteht, die der Auflösung des Phosphors in Schwefel-Kohlenstoff analog ist. Die ältere Lehre muss dagegen annehmen, dass hier entweder der Phosphor ohne Veränderung und in Substanz darin aufgelöst sey, also ein ziemlich oxydirbarer Körper, der Phosphor, mit dem wenig Bestand habenden Schwefeloxyde ohne Zersetzung

beſtehen könne, oder daſs der Phosphor zuerſt oxydirt werde. Da aber dabei kein Schwefel ausgeſchieden wird, ſo müſsten noch andere Schwefeloxyde angenommen werden. Die neue Lehre iſt alſo hierin weit einfacher und befriedigender.

4. Die Chlorine verbindet ſich mit dem Kohlenoxyd-Gas und erzeugt eine gasförmige Säure, das ſogenannte Phosgengas.

Nach der alten Lehre beſteht dieſes Gas aus waſſerfreier Salzſäure und Kohlenſäure. Hierbei macht Hr. Berzelius gegen die neue Lehre folgende Einwendung: Das Phosgengas iſt ein einziges Beiſpiel einer Säure, welche aus einem electriſch-poſitiven Körper, der Kohle, und 2 negativen zuſammengeſetzt iſt. Es iſt alſo eine ziemlich ſtarke Säure, die aus einer Grundlage und 2 Oxygen 5 beſteht, welche aber nur mit einer einzigen Baſis ſalzfähig iſt, indem ſie mit allem andern waſſerloſen Baſen eine ſehr ſonderbare Verbindung von einem Salze, dem kohlenſauren, und einem nicht ſalzartigen Körper, der Salzſäure, hervorbringt. Dieſer Einwurf läſst ſich aber leicht beantworten. Wenn wir das Verhalten der Chlorine zu den andern Körpern in electrochemiſcher Rückſicht betrachten, ſo müſſen wir annehmen, daſs ſie nach dem Sauerſtoff der negativſte Körper ſey, folglich gegen alle übrigen Subſtanzen negativ, gegen den Sauerſtoff aber immer poſitiv auftrete. Daher kann das Phosgengas als eine Verbindung von 2 poſitiven und einem negativen Körper, oder auch als eine aus 2 negativen

und einem positiven betrachtet werden, da die Chlorine und die Kohle gegen den Sauerstoff positiv, gegen die Kohle aber die beiden andern Stoffe negativ sind. Ganz auf dieselbe Weise sind alle dreifache Verbindungen zusammengesetzt, z. B. Verbindungen von Sauer-, Kohlen- und Wasserstoff, in welchen die beiden ersten Bestandtheile gegen den letztern negativ, die beiden letztern aber gegen den ersten positiv sind. Herr Prof. von Giese behauptet, dafs in manchen vegetabilischen Säuren, besonders in der Benzoesäure, die sauren Eigenschaften vorzüglich durch den Kohlenstoff bedingt sind, und eine solche Annahme von Säuren mit 2 Oxygenes läfst sich allerdings mit guten Gründen vertheidigen. — Die Mischung des Phosgengases hat also nichts Aufserordentliches, und es mufs nicht unbedingt als eine Verbindung von 2 negativen Körpern und einem positiven aufgestellt werden; dies würde nur dann statt finden, wenn die Chlorine eben so negativ als der Sauerstoff wäre, was aber durchaus unmöglich ist. Das Phosgengas wird bei der Behandlung mit oxydirten Salzbasen zersetzt; die Chlorine, indem sie sich mit der metallischen Grundlage der Basen verbindet, treibt den Sauerstoff derselben aus, welcher das Kohlenoxyd in Kohlensäure verwandelt, die entweder entweicht, oder mit dem unzersetzt gebliebenen Theile der Basen in Verbindung tritt; es entstehen also dadurch Chlorine-Verbindungen und kohlensaure Salze, die wohl mit einander blos gemengt und nicht gerade-

zu verbunden ſeyn mögen. Mit dem Ammoniak bildet es ein eigenthümliches Salz ohne zerſetzt zu werden, da dieſe Baſis entweder keinen Sauerſtoff oder denſelben ſehr innig gebunden enthält. Es iſt wahrſcheinlich, daſs das Phosgengas auch mit einigen andern Baſen ſich geradezu verbinden kann, deren ſalzſaure Salze nicht in Chlorine-Metalle zu verwandeln ſind.

Der alten Lehre können folgende Eigenſchaften des Phosgengaſes entgegengeſetzt werden. 1) Ammoniakſalz, welches dieſe Säure erzeugt, iſt zerflieſsend. Nach der alten Theorie iſt es ſchwer, die Urſache davon einzuſehen, da weder ſalzſaures noch kohlenſaures Ammoniak die Eigenſchaft zu zerflieſsen beſitzt. Nach der neuen kann man es aber leicht erklären: dieſe Verbindung wird nämlich vom Waſſer nicht ſchnell zerſetzt, (was auch daraus hervorgeht, daſs ſie durch Eſſigſäure nicht zerlegt wird), ſie behauptet folglich bis dahin ihre Natur, als eigenthümliches zerflieſsendes Salz. 2) Es wird von Zink, Zinn und Spieſsglanz leicht zerlegt, wobei die Metalle ſich mit der Chlorine verbinden und das Kohlenoxyd-Gas zurückbleibt; nach der ältern Lehre müſsten alſo hierbei jene Metalle die Kohlenſäure leicht desoxydiren. 3) Bei der Behandlung dieſes Gaſes mit Spieſsglanzoxydul entſtehen Kohlenoxyd-Gas, Spieſsglanzbutter und zugleich Spieſsglanz-Oxyd *). Hier treibt

*) Gilb. Annal. B. 43. S. 299.

die Chlorine den Sauerſtoff aus einem Theile des Oxyduls aus, und verbindet ſich mit deſſen Metalle (zu Spieſsglanzbutter), während der ausgetriebene Sauerſtoff ſich auf das übrige Oxydul wirft und es in Oxyd verwandelt; das Kohlenoxyd-Gas aber entweicht, weil es ſich nicht ſo leicht mit mehr Sauerſtoff verbinden kann. Die ältere Lehre muſs hierbei zu der höchſt unwahrſcheinlichen Annahme Zuflucht nehmen, daſs in dieſem Falle die Kohlenſäure ſelbſt durch Spieſsglanz-Oxydul desoxydirt werde.

5. Die Chlorine erzeugt mit dem Stickſtoff eine detonirende Verbindung, Chlorine-Stickſtoff.

Nach Davy beſteht dieſer Körper aus 4 Maaſs Chlorine auf 1 Maaſs Stickſtoff; aber nach der Analogie mit dem Jodine-Stickſtoff iſt es wahrſcheinlicher, daſs darin 3 Maaſs Chlorine und 1 Maaſs Stickſtoff enthalten ſind, was auch die erſteren Unterſuchungen von Porret, Wilſon und Kirk beſtätigen. Nach der ältern Lehre würde er im erſten Falle aus Salzſäure und Salpeterſäure, und im letztern aus Salzſäure und ſalpetriger Säure zuſammengeſetzt ſeyn. Seine Eigenſchaft, unter Wärme- und Licht-Entwickelung zu detoniren, gab ebenfalls Berzelius zu einer Einwendung gegen die neue Lehre Veranlaſſung, da nach dieſer jene Erſcheinung nicht befriedigend erklärt werden ſoll, während die ältere es auf eine mit der übrigen chemiſchen Theorie übereinſtimmende Weiſe thue.

Nach der electrochemiſchen Theorie entſtehen Wärme und Licht bei den chemiſchen Wirkungen durch die Neutraliſation der electriſchen Gegenſätze. Ob auch bei der Trennung der chemiſch verbundenen Körper eine Wärme-Entwickelung möglich iſt, kann man nach theoretiſchen Gründen nicht läugnen. Aber die Erfahrung hat es bei den Körpern gezeigt, über deren Natur man noch im Streite iſt, nämlich bei dem Chlorine-Stickſtoff, dem Jodine-Stickſtoff und dem Chlorinoxyd-Gas. Wenn die Feuer-Erſcheinung, ſagt Herr Berzelius, in der Trennung ſelbſt ihren Grund hätte, ſo müſste ſie auch bei andern Trennungen vorkommen; es müſste z. B. das Queckſilber-Oxyd in einen ſtark glühenden Platintiegel geworfen, ſich mit Exploſion und Temperatur-Erhöhung reduciren, und dieſe die Reduction auch nach Verminderung der äuſsern Hitze einige Zeit fortſetzen, welches aber nicht ſtatt findet. Dieſer Fall kann jedoch nicht mit der Exploſion des Chlorine-Stickſtoffs verglichen werden. Das Queckſilber erfordert zu ſeiner Verflüchtigung einen höhern Grad von Hitze, und bindet den Sauerſtoff mit ziemlich ſtarker Kraft *); der Chlo-

*) Wir erinnern hierbei noch an den Einfluſs des Lichts auf die Reductionen, was beſonders Heinrich's ſchöne Verſuche über die Desoxydation mittelſt der Electricität beweiſen (Ueber die Phosphorescenz der Körper I. Abh. S. 102.). Von der Mitwirkung des Lichts könnte es alſo herrühren, daſs in obigem Verſuche das Queckſilber-Oxyd ſich allmählig und in dem Maaſse reducirt, als es mit dem *glühenden*

rine-Stickſtoff beſteht dagegen aus gasförmigen Körpern, die nur durch eine ſehr ſchwache Verwandtſchaft verbunden ſind, und die Zerſetzung deſſelben iſt faſt augenblicklich. Ferner, wenn bei der Reduction des Queckſilber-Oxyds nur eine geringe Wärme ſich entwickelte, ſo würde ſie nicht im Stande ſeyn, die Zerſetzung, nach der Entfernung der äuſsern Hitze, eine merkliche Zeit zu unterhalten, und man würde ſie nicht wahrnehmen können. Hieraus erhellet, daſs bei der Exploſion des Chlorine-Stickſtoffs nicht die nämlichen Umſtände, oder wenigſtens dieſe nicht in dem nämlichen Grade, ſtatt haben, als bei der Reduction des Queckſilber-Oxyds, und daſs jene Erſcheinung (die Verpuffung des Jodine-Stickſtoffs und des Chlorine-oxyds ausgenommen) in ihrer Art einzig iſt. Es kommt alſo hierbei darauf an, zu entſcheiden, ob bei einer *plötzlichen ſtürmiſchen Trennung* eine Feuer-Entſtehung ſich denken läſst? Obgleich man die Möglichkeit dieſer Erſcheinung ſelbſt nach der electrochemiſchen Theorie der Wärme-Erzeugung vermuthen könnte, ſo ſcheint jedoch auch die andere Erklärung, nach welcher Wärme und Licht bei der Exploſion des Chlorine-Stickſtoffs des Jodine-Stickſtoffs und des Chlorine-Oxyds von der Compreſſion der Gaſe herrühren, ganz befriedigend und

Tiegel in Berührung kommt. Ja ſelbſt dieſe Berührung mit einem heterogenen Metalle wäre vielleicht dabei zu berückſichtigen.

mit anderweitigen Thatsachen übereinstimmend zu seyn. Herr Prof. von Giese erklärte schon längst auf diese Weise die Feuer-Erscheinung bei der Verpuffung des Chlorine-Oxyds, und Gay-Lussac hat späterhin dieselbe Meinung in Rücksicht des Chlorine-Stickstoffs und des Jodine-Stickstoffs geäussert *). Diese verpuffenden Substanzen (den Jodine-Stickstoff zum Theil ausgenommen) enthalten gasförmige Bestandtheile, welche darin verdichtet und nur durch schwache Verwandtschaften gebunden sind. Wenn durch irgend ein Agens diese Verbindung aufgehoben wird, so dehnen sich diese Gase augenblicklich aus und verursachen durch dieses plötzliche Ausdehnen die Explosion. Da aber der umgebenden Luft eine so schnelle Bewegung nicht sogleich mitgetheilt werden kann, so leistet sie einen beträchtlichen Widerstand, wodurch sie, besonders an den Stellen, wo der Stoss von Seiten der entweichenden Gase geschieht, stark comprimirt wird und Licht- und Wärme-Entwickelung veranlasst. Selbst die sich sehr rasch entwickelnden Gase können auf sich selbst comprimirend wirken, und zur Hervorbringung des Feuers dadurch beitragen. So entsteht das Licht bei den Versuchen mit

*) Gilb. Annal. B. 49. S. 31. Gay-Lussac vermuthet auch, dass das Knallgold und das Knallsilber Verbindungen von Metallen und Stickstoff seyn möchten, was, wenn es sich bestätigt, eine mächtige Unterstützung für die neue Lehre seyn wird.

der ſogenannten *Caſſe-veſſie* nach Deſſaigne's Beobachtung *), und beim Zerſpringen der mit Luft gefüllten Glaskugeln unter dem Recipienten der Luftpumpe nach Deparcieux**). Bei der Exploſion des Chlorine-Stickſtoffs ſind zwei Luftmaſſen im Conflicte, nämlich die umgebende Luft und die von der Zerſetzung herrührenden Gaſe; wir wollen die Wirkung näher betrachten für den Fall, wenn die Exploſion in einem eingeſchloſſenen mit Queckſilber geſperrten Luftraum vor ſich geht. Die Gaſe von der verpuffenden Subſtanz ſtoſsen die umgebende Luft und treiben ſie aus der Stelle, im Augenblicke des Stoſses entſteht aber an den Gränzen beider elaſtiſchen Maſſen eine Compreſſion derſelben, und das Ausdehnen der umgebenden Luft iſt eigentlich nicht momentan, nur können wir es nicht bemerken; ganz ſo iſt beim Stoſse zweier feſter elaſtiſcher Körper auch kein Unterſchied der Zeit zwiſchen dem Conflicte derſelben und dem Abſpringen des einen, welcher von dem andern die Bewegung empfängt, wahrzunehmen, obgleich beide an der Berührungs-Stelle erſt comprimirt werden. Während der Exploſion muſs alſo die umgebende Luft ſich ausdehnen; weil ſie aber dabei eine gewiſſe Geſchwindigkeit erlangt, ſo bewegt ſie ſich, vermöge dieſer weiter und bewirkt eine verhältniſsmäſsige Depreſſion des Queckſilbers, ſo daſs das Volumen

*) Gilb. Annal. B. 49. S. 310.

**) Grens Journ. der Phyſik B. 8. S. 20.

des Ganzen gröfser wird, als die Summe der Voluminium beider Luftmaſſen. Hört die Wirkung auf, ſo muſs das Queckſilber wieder ſteigen und das Luft-Volumen ſich vermindern.

Herr Berzelius erklärt die Verpuffung des Chlorine-Stickſtoffs folgendermaſsen: Es beſteht nach der ältern Lehre aus waſſerfreier Salzſäure und waſſerfreier ſalpetriger Säure. Bei einer erhöheten Temperatur wird die ſalpetrige Säure von der Salzſäure zerſetzt und oxydirte Salzſäure gebildet, welche nun nebſt Stickſtoff entweicht; und da in der oxydirten Salzſäure der Sauerſtoff mit bedeutender Kraft gebunden wird, ſo muſs bei dieſer Verbrennung der Salzſäure auf Koſten des Sauerſtoffs der ſalpetrigen Säure, Feuer entſtehen. Nach dieſer Erklärung würde der Proceſs der Exploſion bei dem Chlorine-Stickſtoff mit dem bei andern detonirenden Subſtanzen übereinſtimmen. Um die groſse Schnelligkeit der Zerſetzung zu erklären, nimmt Herr Berzelius an, daſs in den verpuffenden Körpern, zwiſchen den Beſtandtheilen, welche während der Exploſion mit einander in Verbindung treten, z. B. im Knallſilber zwiſchen dem Waſſerſtoff und dem Sauerſtoff, eine electriſche Polarität ſtatt habe (von der Art, wie bei der Berührung des Schwefels mit den Metallen) die ihrem Entladungspunkte ſehr nahe iſt, ſo daſs eine geringe Urſach dieſe Polariſirung aufheben und die Neutraliſation bewirken könne, und zwar auf ein Mal, da die electriſche Ladung und Entladung ſich in einer un-

ermeſslich kleinen Zeit verbreite. Die Wärme-Fortpflanzung geſchehe dagegen in den Flüſſigkeiten zu langſam, um eine ſo auſserordentlich ſchnelle Zerſetzung in der ganzen Maſſe der verpuffenden Subſtanz hervorzubringen.

Es läſst ſich aber Manches gegen die letztern Anſichten einwenden. Daraus, daſs zwei electriſch-chemiſch entgegengeſetzte Körper *in Berührung* mit einander electriſche Polarität zeigen, folgt noch nicht, daſs eine ſolche Polariſirung (d. h. von frei hervortretenden Electricitäten), auch zwiſchen den *in einer Verbindung* ſich befindenden Körpern ſtatt haben müſſe; ja dieſe Annahme wird ſchon durch die Thatſache widerlegt, daſs die im erſten Falle erſcheinende Polarität beim Eintreten der Verbindung ſelbſt verſchwindet. Sie iſt alſo nur zwiſchen den genannten Körpern möglich, nicht aber zwiſchen denen, in welchen die Kräfte nach vollendeter chemiſchen Wirkung zur (reſpectiven) Ruhe gekommen ſind *). Wir müſſen daher die Wir-

*) Jeder Körper enthält in ſich ſelbſt die Bedingung ſeiner Wirkſamkeit, nämlich urſprünglich electriſche Eigenſchaften. Daher müſſen die polariſchen Electricitäten, die bei der Berührung verbindungsfähiger Körper hervortreten, nicht als Urſache der nachher erfolgenden Verbindung, ſondern blos als Phänomen der wechſelſeitigen Einwirkung der Körper betrachtet werden. Bei der Berührung von entgegengeſetzten Körpern wird das relative Gleichgewicht der electriſchen Kräfte (durch das Streben der Gegenſätze zur Verbindung) geſtört, und dieſe fangen an nach auſsen zu wirken, wodurch

kungen, welche die Explosion veranlassen, vom Spiele gewöhnlicher Verwandtschaften (d. h. derjenigen, welche durch ursprüngliche innere electrische Kräfte der Körper bedingt werden) ableiten. Hiermit fällt der von Herrn Berzelius angegebene Grund der schnellen Zersetzung weg, welcher aber auch bei Voraussetzung einer electrischen Entladung schwerlich bestehen könnte, weil der Chlorine-Stickstoff nach Porret, Wilson und Kirk ein Nichtleiter der Electricität zu seyn scheint (worin er mit dem Chlorine-Schwefel und dem Chlorine-Phosphor übereinstimmen würde). In diesem Falle kann die Entladung nicht auf ein Mal in der ganzen Masse geschehen, da bekanntlich in den Nichtleitern die Ladung oder die Entladung, welche an einem Punkte

die electrische Polarität zum Vorschein kommt. Je mehr die Körper sich dem Verbindungs-Augenblicke nähern, je kräftiger also sie auf einander einwirken, desto grösser ist die Störung der Kräfte und desto stärker die Polarität. Ist die Verbindung geschehen, so sind die Kräfte wieder zur respectiven Ruhe gekommen und die Polarität muss verschwinden. Dieser Erscheinung ist das Entwickeln der Electricität durch chemische Wirkungen analog, so wie das Afficiren der Kräfte in dem ganzen Körper durch einen partiellen chemischen Process, z. B. der Einfluss der chemischen Wirkung auf die Adhäsion und den Magnetismus, nach Ruhlands Beobachtung (Schweigger's Journ. B. XI. S. 23. und 146.), und Fischer's Bemerkung, dass der Zink sich weit schneller amalgamirt, wenn er ins Queckssilber durch eine Schicht von einer Säure getaucht, als wenn er mit ihm geradezu in Berührung gebracht wird. (Schweigger's Journ. B. XII. S. 223.)

ſtatt findet, ſich nur langſam zu dem andern verbreitet. Es bleibt alſo nur übrig, zu der Fortpflanzung der Wärme ſeine Zuflucht zu nehmen, und es ſcheint in der That, daſs man damit ausreichen könnte. In jedem Falle geſchieht die Einwirkung der Wärme nicht auf einem einzigen Punkte, ſondern ſchon auf eine mehr oder weniger beträchtliche Maſſe der detonirenden Subſtanz, welche dadurch gleich zerſetzt wird (wenn nämlich die Wärme die dazu nöthige Intenſität hat), wobei ſich eine entſprechende Menge von Gaſen entwickelt, durch deren Compreſſion im Augenblicke des Entſtehens eine Temperatur-Erhöhung erfolgt, die nun die Zerſetzung des übrigen Antheils der Subſtanz beſtimmt. Dieſe kann überdies durch die gewaltig entweichenden Gaſe mit fortgeriſſen werden, wozu beim Chlorine-Stickſtoff deſſen groſse Flüchtigkeit viel beiträgt. Und wenn man bedenkt, daſs man die Verſuche über die Exploſion des Chlorine-Stickſtoffs nur mit kleinen Quantitäten angeſtellt hat, und daſs bei ſehr geringer Menge die Wirkung ſchon ſehr ſtark iſt, und er oft durch ſehr ſchwache Einflüſſe in Thätigkeit geſetzt wird, ſo möchte ſchwerlich bei der Fortpflanzung der Wirkung eine bemerkbare Dauer zu erwarten ſeyn.

Das Angeführte ſcheint mir zu beweiſen, daſs die neue Lehre die Exploſion des Chlorine-Stickſtoffs auf eine paſſende Weiſe erklärt, und daſs daraus kein Einwurf gegen dieſelbe hergenommen werden kann.

Betrachten wir nun die Eigenſchaften des Chlorine-Stickſtoffs, ſo wird die gröſsere Wahrſcheinlichkeit der neuen Lehre einleuchtend. 1) Er verbindet ſich mit dem Schwefel-Kohlenſtoff *). Nach der neuen Lehre entſteht dadurch bloſse Verbindung oder Auflöſung von Schwefel-Kohlenſtoff und Chlorine-Stickſtoff, in welcher Eigenſchaft der letztere mit Schwefel-Phosphor und einigen Chlorine-Metallen übereinſtimmt, die auch einfache verbrennliche Körper auflöſen. Wie erklärt es aber die ältere Lehre, da weder Salzſäure, noch ſalpetrige Säure ſich mit dem Schwefel oder mit der Kohle verbindet? — 2) Der Chlorine-Stickſtoff wird ſehr langſam vom Waſſer zerſetzt. Wenn dieſer Körper eine Verbindung von Salzſäure und ſalpetriger Säure iſt, ſo iſt ſein Verhalten zum Waſſer unbegreiflich; wie könnte er auf der Oberfläche des Waſſers entſtehen, da ſeine Beſtandtheile eine ſtarke Verwandtſchaft zu dieſer Flüſſigkeit haben, mit einander aber nur durch eine ſchwache verbunden ſind? Hr. Berzelius geſteht dieſe Schwierigkeit, ſetzt aber hinzu, daſs ſie auch bei der neuen Lehre ſtatt finde. Man könnte nämlich fragen, ſagt er, wie es zugeht, daſs, obgleich die Verwandtſchaften der Chlorine zu dem Waſſerſtoff und die des Stickſtoffs zum Sauerſtoff gröſser ſind, als die Verwandtſchaft des Waſſerſtoffs zum Sauerſtoff (ſo daſs Chlorine-Stickſtoff das Waſſer in der ge-

*) Gilb. Annal. B. 48. S. 141.

wöhnlichen Temperatur nach und nach zerlegt und Salzsäure und Salpetersäure hervorbringt) dennoch diese Säuren nicht sogleich gebildet werden, da doch der Chlorine-Stickstoff mitten im Wasser oder auf der Oberfläche des Wassers gebildet wird. Dieser Vorwurf scheint jedoch ungerecht zu seyn. Es ist bekannt, dass Chlorine das Wasser schwer und nur durch Hülfe des Lichts oder eine an Rothglühen gränzende Hitze zersetzen kann, und der Stickstoff keine Wirkung auf diese Flüssigkeit hat. Hieraus liesse sich schon einigermaasen voraussehen, dass beide Körper, nämlich Chlorine und Stickstoff, mit einander verbunden, nicht stark auf das Wasser einwirken werden. (Die ältere Lehre vermag aber nicht den Grund anzugeben, warum jene Verbindung vom Wasser nur langsam verändert wird). Dagegen erfolgt die Zersetzung des Ammoniaks durch die Chlorine sehr leicht und schnell. Wenn nun also die Bildung des Chlorine-Stickstoffs weit schneller, als seine Zersetzung durch Wasser vor sich geht, so ist es klar, dass diese Verbindung selbst mitten im Wasser erzeugt werden könne. — 3) Etwas Chlorine-Stickstoff verpufft mit flüssigem ätzendem Ammoniak *). Dies geschieht nach der neuen Lehre noch dadurch, dass die Chlorine des Chlorine-Stickstoffs sich sogleich mit dem Wasserstoff des Ammoniaks zu Salzsäure verbindet, wobei bekanntlich starke Temperatur-Erhöhung erfolgt,

*) Gilb. Annal. B. 47. S. 71.

der Stickstoff von beiden frei wird und entweicht. Nach der ältern Lehre müfste hier die Explosion von der Zersetzung des salpetersauren Ammoniaks herrühren, indem bei der Behandlung des Chlorine-Stickstoffs mit Ammoniak dieses Salz nebst salzsaurem Ammoniak gebildet seyn würde. Aber nach den Versuchen des Herrn Berzelius *) erfolgt die Zersetzung des salpetrigsauren Ammoniaks, selbst beim Erhitzen desselben bis zum Sieden, blos mit Aufschäumen der Flüssigkeit, ohne Verpuffung. Wenn man annimmt, dafs das detonirende Oehl aus Salzsäure und Salpetersäure (statt salpetriger Säure) besteht, so ist die Schwierigkeit noch gröfser.

6. Die Chlorine verbindet sich mit den Metallen und erzeugt mit ihnen eigenthümliche Körper.

Diese Verbindungen stehen in dem nämlichen Verhältnifs zu den eigentlichen salzsauren Salzen, wie Schwefel-Metalle zu den schwefel-wasserstoffsauren Salzen. Die Chlorine selbst ist also dem Schwefel analog, oder gehört zu derselben Klasse von Körpern, als dieser. Da die Anhänger der neuen Lehre sich öfters auf diese Analogie beriefen, die Anhänger der ältern aber jenen die Unbeachtung oder die erzwungene Zuziehung der Analogien vorwerfen, so wollen wir hier das Verhalten der Chlorine und des Schwefels zusammenstellen, und zugleich bei ein-

*) Gilb. Annal. B. 40. S. 206.

zehen Punkten die Einwendungen gegen die neue Lehre anbringen und sie beleuchten.

a) Chlorine ist ein einfacher stark negativ-electrischer Körper, welcher in dieser Rücksicht nur dem Sauerstoff nachgiebt.

Der Schwefel gehört auch zu der Klasse vorzüglich negativer Körper, steht aber in dem Grade dieser Eigenschaft der Chlorine sehr bedeutend nach.

Bei weiterer Vergleichung dieser beiden Stoffe muss man also auf ihre beträchtliche Verschiedenheit in dem Grade der Negativität eine besondere Rücksicht nehmen, weil eine diesem ursprünglichen Charakter entsprechende Verschiedenheit auch in ihrem Verhalten zu den übrigen Körpern statt haben muss.

b) Mit dem Wasserstoff bildet die Chlorine eine Säure.

Schwefel eben so.

c) Diese Verbindung mit einigen Metallen behandelt, wird zersetzt, wobei der Wasserstoff sich ausscheidet und Verbindungen entstehen, welche jene Metalle mit der Chlorine geradezu bilden können.

Der Schwefel-Wasserstoff wird auch durch einige Metalle so zersetzt, dass Schwefel-Metalle entstehen und der Wasserstoff zurückbleibt.

Nach der neuen Lehre ist also die Salzsäure dem Schwefel-Wasserstoff analog, weil sie *auf die nämliche Weise gebildet und entmischt wird*, als der letztere, und diese Analogie bewährt sich in ihrem ganzen übrigen Verhalten. Sie ist folglich auch eine Wasserstoffsäure. Herr Berzelius bezieht sich dagegen auf die übrigen Eigenschaften der Salzsäure, und behauptet, dass sie sich mehr den Sauerstoffsäu-

ren nähert. Und das zwar zu Folge ihres Geſchmacks und Geruchs, ihrer Eigenſchaft im concentrirten Zuſtande Pflanzen- und Thierkörper zu corrodiren und zu ſchwärzen, und des Grades ihrer Verwandtſchaften, indem die übrigen bekannten Waſſerſtoffſäuren der ſchwächſten Sauerſtoffſäure Platz machen, die Salzſäure dagegen die meiſten Sauerſtoffſäuren aus ihren Verbindungen austreibt, ſelbſt auch die, welche ſtärker als die Chlorineſäure ſind, welches aller Analogie mit dem Schwefel-Waſſerſtoff und dem Tellur-Waſſerſtoff entgegen ſey und auch ſchwerlich mit theoretiſchen Ideen über die Acidität beſtehen könne. — Hier verdient blos die Stärke der Salzſäure Berückſichtigung, und wir müſſen daher zuerſt die Frage unterſuchen: wonach man die Stärke der Säuren mit Gewiſsheit beſtimmen kann? Herr Berzelius nimmt an, daſs die Säure, welche eine andere aus ihren Verbindungen ausſcheidet, auch ſtärker ſey, als die letztere. Es iſt wahr, (nach den Grundſätzen der electro-chemiſchen Theorie nämlich), daſs ein mehr verwandter Körper den minder verwandten austreiben muſs, aber der umgekehrte Schluſs, nämlich von dem Austreiben auf die Stärke der Verwandtſchaft, iſt ſehr trüglich und unſicher, ja in mehreren Fällen gar nicht anwendbar. Oben war ſchon ein Mal davon die Rede, und das Verhalten der Säuren liefert neue Beweiſe für die Behauptung, daſs das Austreiben der Körper durch einander kein allgemein gültiges Maaſs für die Grade der Ver-

wandtſchaft abgiebt. Der Schwefel-Waſſerſtoff z. B. wird durch die meiſten Säuren aus ſeinen Verbindungen ausgeſchieden, und treibt ſelbſt Kohlenſäure aus und zerlegt mehrere Metallſalze, wobei der Erfolg nach Verſchiedenheit der Säuren verſchieden iſt, und folglich die Wirkung durch Wahlverwandtſchaft geſchieht *). Wie kann man nun errathen, ob der Schwefel-Waſſerſtoff ſtärker oder ſchwächer ſey, als z. B. die Kohlenſäure? — Ferner ſagt Herr Berzelius, daſs die Salzſäure ſelbſt diejenigen Säuren austreibe, welche ſtärker als die Chlorineſäure ſind. Schlöſſen wir nun hieraus, daſs die Salzſäure ſtärker, als die Chlorineſäure ſey, ſo würde dieſes, ſelbſt in der ältern Lehre, eben ſo wenig mit theoretiſchen Ideen über die Acidität übereinſtimmen, als wenn die ſchweflige Säure die Schwefelſäure austriebe, und deshalb für ſtärker als die letztere erklärt würde. Dies zeigt offenbar, daſs die Salzſäure in mehreren Fällen ſtärker erſcheint, als ſie es wirklich ſeyn kann, und daſs, wenn ſie mehrere andere Säuren aus ihren Verbindungen ausſcheidet, daraus noch nicht zu ſchlieſsen ſey, daſs ſie alle jene Säuren in der That an Stärke übertrifft. Eben ſo wahr iſt es jedoch, daſs die Salzſäure in mancher Rückſicht mehr den Sauerſtoffſäuren als den Waſſerſtoffſäuren ähnlich iſt, aber dies muſs auch ſo ſeyn. Die Chlorine nähert ſich nach ihrem electriſch-chemiſchen Verhalten dem Sauerſtoff weit mehr, als dem Schwefel und Tellur, und der Unterſchied in dem Grade der Negativität iſt zwi-

ſchen dem Sauerſtoff und der Chlorine geringer, als zwiſchen der Chlorine und dem Schwefel und Tellur. Dieſem weſentlichen Unterſchiede dieſer Körper muſs auch der Unterſchied ihrer Verbindungen entſprechen, und folglich müſſen die Chlorine-Verbindungen ſich mehr den Sauerſtoff-, als den Schwefel- und Tellur-Verbindungen nähern. Wendete man ein, daſs ja die Grundlage der Salzſäure weit poſitiver iſt, als die Grundlage von Sauerſtoffſäuren, ſo erinnere ich wieder an die Stärke der Negativität der Chlorine, und auch an die groſse Menge, welche davon in der Salzſäure enthalten und mehr als vier Mal gröſser iſt, als die zur Neutraliſation des Waſſerſtoffs erforderliche Quantität Sauerſtoff.

d) Die Verbindungen der Chlorine mit den Metallen mit Waſſer behandelt, verwandeln ſich in ſalzſaure Salze, indem nämlich das Waſſer zerſetzt wird, deſſen Waſſerſtoff ſich mit der Chlorine zu Salzſäure und deſſen Sauerſtoff ſich mit den Metallen zu Oxyden verbindet. Einige werden durch bloſses Waſſer ſchwer oder gar nicht verändert, Schwefel-Metalle zerſetzen auch das Waſſer, wobei Schwefel-Waſſerſtoff und Metalloxyde entſtehen. Einige bewirken dies für ſich allein, andere nur mit Hülfe der Säuren etc.

Hier können wir folgende Einwendung des Herrn Berzelius anführen: Es iſt bekannt, daſs die Chlorine eine gröſsere Verwandtſchaft gegen den

Wasserstoff als der Sauerstoff, und das Kalium eine stärkere Verwandtschaft gegen den Sauerstoff als der Wasserstoff hat. Das Chlorine-Kalium muss also das Wasser mit grosser Kraft zersetzen, um salzsaures Kali zu bilden, und da das Kalium das Wasser mit einer starken Temperatur-Erhöhung zerlegt, so muss die Einwirkung des Wassers auf das Chlorine-Kalium mit einer Erhitzung begleitet werden. Dieses ist jedoch nicht der Fall; im Gegentheil wird dabei Kälte erzeugt, eben so wie bei der Auflösung mehrerer Salze im Wasser. — Es lassen sich aber Gründe auffinden, welche diese Erscheinung auf eine wenigstens nicht unwahrscheinliche Weise erklären könnten. Wenn aus zwei Bestandtheilen zusammengesetzte Körper das Wasser zerlegen, so wird der Wasserstoff von dem einen Bestandtheil und der Sauerstoff von dem andern angezogen. Je kräftiger diese Anziehungen sind, desto leichter erfolgt die Zersetzung. Aber hierbei kommt noch ein anderer Umstand in Betracht, nämlich die Innigkeit der Verbindung zwischen den Bestandtheilen des auf das Wasser einwirkenden Körpers, von welcher die Fähigkeit desselben abhängt, den Einflüssen, welche ihn zu verändern streben, zu widerstehen und seinen individuellen Charakter zu behaupten. Sind die Bestandtheile nur schwach oder wenigstens nicht so stark mit einander verbunden, so kann ihre Verbindung das Wasser unter Umständen zersetzen, unter welchen sie, einzeln ange-

wendet, es zu bewirken nicht vermögen, weil sie im ersten Falle einander in ihrer Wirkung unterstützen, durch die gleichzeitige Anziehung von dem Wasserstoff und dem Sauerstoff des Wassers. Beispiele davon liefern Schwefel-Phosphor, Chlorine-Stickstoff, Chlorine-Schwefel u. s. w., wobei der Erfolg auch durch die Verwandtschaft der Bestandtheile zum Sauerstoff und Wasserstoff modificirt wird. Sind dagegen die Bestandtheile sehr innig mit einander verbunden, so muss dies natürlich der Zersetzung durch das Wasser entgegen wirken. Von diesem Umstand allein kann es herrühren, dass mehrere Schwefel-Metalle (für sich) das Wasser nicht zersetzen, während der Schwefel-Phosphor es thut, obgleich die Metalle positiver sind und folglich grössere Verwandtschaft zum Sauerstoff haben, als der Phosphor. Man kann nun annehmen, dass die Bestandtheile des Chlorine-Kalium so innig mit einander verbunden sind, dass ihre wechselseitige Anziehung, den Anziehungen zu den Bestandtheilen des Wassers nur wenig nachgiebt, in welchem Falle keine kräftige Zersetzung des Wassers durch Chlorine-Kalium erfolgen kann. Dies vorausgesetzt, (was doch wohl mit der allgemeinen chemischen Theorie in keinem Widerspruche zu stehen scheint), ist es nicht unmöglich, dass die bei der langsamen Zersetzung des Chlorine-Kalium entstehende schwache Wärme, von der durch Auflösung des gebildeten Salzes erzeugten Kälte übertroffen wird.

e) Salzsäure mit einigen oxydirten Körpern, z. B. Manganoxyd, Salpetersäure etc. behandelt, wird zersetzt, wobei die Chlorine sich ausscheidet und sich Wasser bildet. Bei der Berührung derselben mit dem Chlorine-Oxyd erfolgt auch die Zersetzung, und es entsteht aus dem Wasserstoffe der erstern und dem Sauerstoffe des letztern Wasser, und die Chlorine von beiden wird frei.

Schwefel-Wasserstoff wird von Sauerstoff und einigen sauerstoffhaltigen Körpern unter Bildung von Wasser und Ausscheidung des Schwefels zersetzt. Er erleidet die Zersetzung auch durch Berührung mit schwefliger Säure, wobei Wasser erzeugt und Schwefel aus beiden ausgeschieden wird.

f) Salzsäure bildet mit den Basen Salze, von denen mehrere beim Erhitzen Wasser geben und sich in Chlorinmetalle verwandeln. Das Wasser entsteht hier durch Verbindung des Wasserstoffs der Salzsäure mit dem Sauerstoff der Basen. Daher werden auch Wasser und Chlorin-Metall gebildet, wenn man Metalloxyde im salzsauren Gas erhitzt. Einige salzsaure Salze können dagegen nicht in Chlorine-Metall übergehen, und beim Erhitzen entweder lassen sie die Salzsäure fahren, z. B. salzsaure Thonerde, salzsaure Magnesia *) u.

Die schwefel-wasserstoffsauren Metalloxyde werden durch Erhitzung, unter Entweichen des Wassers, in Schwefel-Metalle verwandelt. Die schwefel-wasserstoffsauren Alkalien und Erden können dagegen nicht in den Zustand der Schwefel-Metalle übergeführt werden. Vielleicht ist es möglich in einigen von ihnen diese Veränderung hervor zu bringen. Wenigstens zeigen die Versuche von Gay-Lussac, daß beim Durchtreiben des Schwefel-Wasserstoffs über den erhitzten Baryt, Wasser entsteht und

*) Nach H. Davy's Versuchen scheint jedoch die salzsaure Magnesia durch die Erhitzung, beim Ausschlusse der Luft, zum

e., oder bleiben unverändert, wie das salzsaure Ammoniak.	zwar unter starker Temperatur-Erhöhung *).

Herr Berzelius macht in dieser Rücksicht gegen die neue Lehre folgende Einwendungen: Wenn man die Salzsäure und irgend eine Sauerstoffsäure mit einer Base verbindet, so kann man nichts entdecken, was eine Verschiedenheit derselben anzeigte. Die neue Lehre kann keine andern salzsauren Salze zugeben, als die, welche man nicht (nach der alten Theorie nämlich) im wasserfreien Zustande erhalten kann, d. h. salzsaures Ammoniak, salzsaure Magnesia, salzsaure Thonerde und einige andere Verbindungen der Salzsäure mit Erden und Metalloxyden, aus welchen beim Erhitzen die Salzsäure entweicht. Aber erstens ist es eine sehr anomale Erscheinung, dass das salzsaure, wie auch das jodine-wasserstoffsaure und fluorine-wasserstoffsaure Ammoniak, die einzigen neutralen Ammoniaksalze seyn sollen, welche kein Wasser binden, da doch alle andere neutrale Verbindungen unbestrittener Säuren mit Ammoniak, Krystallwasser enthalten, und ohne dieses nicht erhalten werden können. Zweitens läßt es sich fragen, warum die salzsauren Salze auf so wenige und nur schwächere Basen beschränkt sind, und warum ihnen, die Magnesia ausgenommen, keine Chlorine-Verbindungen ent-

Theil in Chlorine verwandelt zu werden (Schweigger's Journ. B. X. S. 340.).

*) Gilb. Annal. B. 49. S. 234.

ſprechen? — Nichts iſt natürlicher, als eine Verſchiedenheit zwiſchen den Chlorine-Verbindungen und den ſalzſauren Verbindungen zu erwarten, welche der zwiſchen Schwefel-Kalium und Schwefel-Waſſerſtoffkali analog ſeyn dürfte. Denn die Verwandlung der metalliſchen Grundlage der Salzbaſis n ein Oxyd, und der einfachen Chlorine in eine Säure, müſste doch nothwendig Veränderung auch n den phyſiſchen Charakteren (in welchen?) hervorbringen. Dagegen können wir zwiſchen den Körpern, welche die neue Lehre, als Chlorin-Metall, und denen, welche ſie als ſalzſaure Salze anſieht, keine andere Verſchiedenheit, als die zwiſchen Salzen mit und Salzen ohne Kryſtallwaſſer, entdecken. Alle Chlorin-Metalle verhalten ſich gerade ſo wie Salze, eben ſo gut, als die ſalzſauren Verbindungen, und das Chlorine-Kalium verhält ſich zur ſalzſauren Thonerde vollkommen wie das ſchwefelſaure Kali zu der ſchwefelſauren Thonerde.

In welchen Charaktern aber ſind die Chlorine-Metalle den Salzen ſo vollkommen ähnlich? Wenn wir ihr chemiſches Verhalten betrachten, ſo finden wir nichts, was dieſe Analogie auf eine ſo entſcheidende Art beweiſen könnte. Ja die Chlorine-Metalle bieten Erſcheinungen dar, welche der Analogie derſelben mit den Salzen völlig widerſprechen. 1) Libav's rauchender Geiſt (zweites Chlorine-Zinn) löſt nach H. Davy's Beobachtung Schwefel und Phosphor auf, welche Verbindungen in ihrer äuſseren Beſchaffenheit einige Aehnlichkeit mit den

Auflöſungen von Phosphor und Schwefel in Oehl haben. 2) Rauchender Arſenikgeiſt (Chlorine-Arſenik), iſt nach J. Davy fähig, Schwefel und Phosphor aufzulöſen, wovon beim Erkalten der gröſste Theil ſich wieder ausſcheidet. Der Schwefel ſcheint ſich damit in allen Verhältniſſen verbinden zu können. Der Chlorine-Arſenik nimmt auch eine beträchtliche Menge Harz auf, und verbindet ſich mit Terpenthin- und Olivenöhl. 3) Antimonbutter (Chlorine-Antimon) löſt nach J. Davy Harz und Schwefel auf und verbindet ſich mit fetten und flüchtigen Oehlen. 4) Hornſilber kann ſich mit dem metalliſchen Silber verbinden, da nach Prouſt's Beobachtung das Silber, welches daraus durch Kali gewonnen wird, oft einen Hinterhalt von unzerſetztem Hornſilber hat; daſs aber dabei nicht immer eine bloſse mechaniſche Mengung, ſondern zuweilen eine wahre Auflöſung, wofür es auch Prouſt hielt, ſtatt findet, beweiſt die von ihm angeführte Beobachtung von Fernandez, nach welcher ein ſolches Silber ſich zu dünnen Blättchen ſchlagen lieſs, die fehlerfrei waren *). Nun fragt es ſich, welche Salze ein ähnliches Verhalten zeigen? Mir ſind keine ſolche bekannt**); und die angeführten That-

*) Gehlens Journ. f. d. Chemie und Phyſik B. I. S. 513. Herr Fiſcher ſcheint auch auf naſſem Wege eine ſolche Verbindung hervorgebracht zu haben (Gilb. Annal. B. 42. S. 91.)

**) Nur ſchwefel-waſſerſtoffſaure Salze mit kaliſchen Baſen die durch Schwefel nicht desoxydirt werden, löſen deuſel-

ſachen ſind der vermeinten ſalzigen Natur der Chlorinmetalle ſo entgegen, daſs ich mich wundern muſs, wie die Vertheidiger der ältern Lehre, ſie ganz mit Stillſchweigen haben übergehen und behaupten können, daſs alle Chlorinmetalle ſich gerade wie Salze verhalten. Jene Eigenſchaften des Chlorin-Zinns, Chlorin-Arſeniks und Chlorin-Antimons ſtimmen mit dem Verhalten des Chlorin-Schwefels, des Chlorin-Phosphors und des Chlorin-Stickſtoffs genau überein, ſo wie das Chlorin-Silber in ſeinem Verhalten zum Silber den Schwefel-Metallen analog erſcheint, und daraus geht ein ſchöner Beweis für die neue Lehre hervor.

Wie muſs aber die ältere Lehre die Auflöſung des Phosphors und des Schwefels in den angeblichen ſalzſauren Salzen erklären? Werden jene darin unverändert oder nach vorhergegangener Oxydirung aufgelöſt? Das erſte iſt ſehr unwahrſcheinlich, weil die Baſen, welche in jenen Salzen enthalten ſeyn würden, ſich mit dem Schwefel und Phosphor nicht verbinden können; und im zweiten Falle müſste man ganz willkührlich neue Oxyde und Suboxyde

ben auf; worin ſie von den durch Sauerſtoffſäuren erzeugten Salzen abweichen; mit den kaliſchen jodine-waſſerſtoffſauren Salzen aber übereinſtimmen, welche fähig ſind, Jodine aufzunehmen. Der Schwefel-Waſſerſtoff ſelbſt kann ſich mit dem Schwefel verbinden, eben ſo wie die Jodine-Waſſerſtoffſäure mit der Jodine. Herr Prof. von Gieſe hält das rauchende Weſen der Salzſäure für eine Verbindung deſſelben mit der Chlorine (Gilb. Annal. B. 50. S. 110.)

annehmen. Die Verbindung des Hornsilbers mit dem Silber würde aber offenbar eine Verbindung von einem Salze und reguliniſchem Metalle ſeyn.

Wir wollen nun das Verhalten der Chlorinmetalle zum Waſſer betrachten, da dieſes die einzige Veranlaſſung zur Annahme einer groſsen Analogie zwiſchen denſelben und den Salzen zu ſeyn ſcheint. Wir ſehen in der That, daſs die Chlorinmetalle mit Waſſer behandelt, Salz-Auflöſungen geben, welche alle Charaktere der Salze haben. Die ältere Lehre erklärt dieſes weit einfacher, als die neue, indem ſie hier, wie bei den Salzen, eine bloſse Auflöſung annimmt, nach der letztern dagegen dabei Zerſetzung des Waſſers und Verwandlung der Chlorinmetalle in ſalzſaure Salze vorgeht. Von den Eigenſchaften dieſer Auflöſungen kann kein Beweis gegen die neue Lehre hergenommen werden, da ſie dieſelben als wirkliche Salz-Auflöſungen anſieht; eben ſo wenig vom Geſchmack der Chlorinmetalle, da ſie beim Koſten mit Waſſer in Berührung kommen und zerſetzt werden. Die Streitfrage bezieht ſich alſo nur auf den Akt des Auflöſens ſelbſt, ob nämlich dabei eine bloſse Auflöſung des ſchon vorhandenen Salzes oder erſt die Bildung des letztern ſtatt findet. Den innern Vorgang bei einem chemiſchen Proceſſe können wir nicht ſehen; wir beſtimmen ihn daher nach den Erſcheinungen, die ſich dabei zeigen, und durch die Vergleichung der Eigenſchaften der wirkenden Körper vor und nach dem Proceſſe. Wenn man z. B. Zink mit Schwefelſäure behandelt, ſo nimmt

man blos wegen der Produkte der Wirkung eine Waſſer-Zerſetzung dabei an, weil der Waſſerſtoff entweicht und Zinkoxyd, das aus Zink und Sauerſtoff zuſammengeſetzt iſt, entſteht. Van Mons würde es aber anders erklären, gemäſs ſeiner Hypotheſe, nach welcher die Metalle aus einer Grundlage und Waſſerſtoff, und die Oxyde aus dieſer Grundlage und Waſſer beſtehen; und der obige Fall allein könnte nichts für die eine oder die andere Erklärungsart beweiſen, da wir durch keinen Sinn wahrnehmen können, ob der Waſſerſtoff dabei von Waſſer oder von Metall herrührt. Die Erklärung ſelbſt wird folglich von der Hypotheſe über die Natur der wirkenden Körper abhängen. Unſer Fall iſt dieſem analog. Keine Erſcheinung zeigt auf eine beſtimmte Weiſe, daſs bei der Behandlung der Chlorin-Metalle mit Waſſer eine bloſse Auflöſung oder eine Zerſetzung derſelben ſtatt hat. Wir müſſen daher die Natur und die Veränderungen der in Wirkung begriffenen Körper darüber befragen. Aber hier hängt Alles von der Haupt-Annahme ab. Nach der neuen Lehre ſind die ſalzſauren Salze Verbindungen von Chlorine und Metallen. Ohne Waſſer oder ohne Waſſerſtoff geben ſie keine Salzſäure, nach der Einwirkung des Waſſers kommt dagegen dieſe Säure zum Vorſchein, und die Metalle zeigen ſich im Zuſtande der Oxyde. Da nun die Salzſäure aus Chlorine und Waſſerſtoff beſteht, ſo iſt bei der Verwandlung der Chlorin-Metalle in ſalzſaure Salze eine Waſſer-Zerſetzung anzunehmen, wodurch die

Chlorine in Salzsäure, und das Metall in Oxyd umgeändert wird. Nach der alten Lehre muſs dabei eine bloſse Auflösung statt haben, weil die Chlorine-Metalle wasserfreie Salze sind; ohne Wasser kann aus ihnen die Salzsäure nicht erhalten werden, weil diese Säure zu seiner Existenz Wasser erfordert. Welche Erklärung die richtige ist, muſs aus anderweitigen Gründen entschieden werden, die im Stande wären, den Werth der beiden Hypothesen, worauf jene Erklärungen beruhen, zu bestimmen. Warum nehmen wir an, dafs bei der Behandlung des Schwefel-Kaliums mit Wasser eine Zersetzung dieser Flüssigkeit geschieht? Wenn wir diesen Fall für sich allein betrachten, so ist es ja weit einfacher dabei eine bloſse Auflösung anzunehmen, und das Schwefel-Kalium für wasserfreies schwefel-wasserstoffsaures Kali zu erklären. — Aus Allem diesen folgt, dafs die Analogie mit den Salzen, welche die Chlorine-Metalle beim Auflösen im Wasser zeigen, nichts gegen die neue Lehre beweisen kann*). Die ältere Lehre erscheint hier blos einfacher, aber dieser Vorzug wird durch gröfsere Einfachheit in den Hauptsätzen der neuen vernichtet.

Herr Berzelius fragt, warum die salzsauren Salze in der neuen Lehre auf so wenige und nur schwächere Basen beschränkt sind, z. B. salzsaure Thonerde, salzsaure Zirkonerde u. e. a. und warum diesen keine Chlorine-Metalle entsprechen? Diese beiden Fragen lauten eigentlich so: warum jene Salze

*) Vergl. Hrn. Chevreul's Bemerk. in d. *Ann.* B. 52. S. 228. *G.*

ſich nicht in Chlorine-Metalle verwandeln laſſen? — weil die neue Lehre keineswegs die ſalzſauren Salze nur auf die genannten Baſen beſchränkt, ſondern alle Auflöſungen der Chlorine-Metalle im Waſſer, ſo wie die Verbindungen, welche nach der alten Lehre ſalzſaure Salze mit Kryſtalliſationswaſſer ſind, für wahre ſalzſaure Salze erklärt. Daſs die ſalzſauren Salze, welche Hr. Berzelius anführt, nicht in Chlorine-Metalle übergehen, rührt davon her, daſs die ſchwächern Baſen derſelben gerade die am ſchwerſten reducirbaren ſind, und alſo durch vereinigte Wirkung der Chlorine auf das Metall und des Waſſerſtoffs auf den Sauerſtoff nicht verändert werden. Das nämliche Verhalten zeigen die Schwefel-Waſſerſtoff-Verbindungen. Die ſchwefel-waſſerſtofffauren Metalloxyde werden beim Erhitzen in Schwefel-Metalle verwandelt; die ſchwefel-waſſerſtofffauren Alkalien und Erden dagegen, deren metalliſche Grundlagen eine ſtärkere Anziehung zum Sauerſtoff haben, können nicht eine ſolche Veränderung erleiden.

Das Abweichen des ſalzſauren Ammoniaks von den andern Ammoniak-Salzen iſt nicht ſonderbar, weil ſich viele ſolche Anomalien, ſelbſt unter den unbeſtrittenen Subſtanzen aufweiſen lieſsen. So z. B. würde der Waſſer-Gehalt ſelbſt des phosphorſauren Ammoniaks eine Anomalie ſeyn, in Rückſicht aller übrigen phosphorſauren Salze, welche höchſt wahrſcheinlich waſſerfrei erhalten werden können.

Die salzsauren Doppelsalze gaben auch dem Hrn. Berzelius zu einer Einwendung gegen die neue Lehre Veranlassung. „Salzsaures Ammoniak, sagt er, verbindet sich mit salzsaurem Platinoxyd und mit salzsaurem Kupferoxyd. Das erste Doppelsalz enthält nur so viel Krystallwasser, als dem darin befindlichen salzsauren Ammoniak angehört; diese Verbindung kann daher in der neuen Lehre kein Doppelsalz seyn, sondern sie muss eine sonderbare Zusammensetzung von salzsaurem Ammoniak (ohne Wasser) und Chlorine-Platin seyn. Das Doppelsalz aus salzsaurem Ammoniak und Kupferoxyd enthält aber mehr Krystallwasser, und ist daher in der neuen Lehre ein wahres salzsaures Doppelsalz. Nun frage ich: welche Erklärung ist die consequentere, die ältere, welche diese Salze als Doppelsalze mit mehr oder weniger chemisch gebundenem Wasser ansieht, oder die neue, welche das eine für ein Doppelsalz und das andere für eine Verbindung eigener Art erklärt, ohne andere Gründe für diese Verschiedenheit, als das Bedürfniss der Lehre angeben zu können?“ Aber hier kann man noch fragen, welche Gründe die Erklärung nach der ältern Lehre für sich hat, und welche Eigenschaften der genannten Verbindungen mehr für die eine oder die andere Erklärungsart sprechen? weil sonst jener Fall nichts beweisen kann, und überdies die Verbindung des salzsauren Ammoniaks mit einem Chlorine-Metall in der Auflöslichkeit des Schwefel-Platins im Schwefel-Wasserstoff-Ammoniak seine

Analogie haben würde. Uebrigens scheint jener Vorwurf die neue Lehre gar nicht zu treffen. Da das salzsaure Ammoniak ein wasserfreies Salz ist, so muss das im salzsauren Ammoniak-Platinoxyd befindliche Wasser (seinen Bestandtheilen nach) dem salzsauren Platin gehören. Dass aber das Platin darin im oxydirten Zustande vorhanden liegt, beweisen die Producte, welche Edmund Davy bei der Zersetzung dieses Salzes durch Hitze erhielt, nämlich salzsaures Gas, *Salpetergas*, *wässerige Salzsäure*, sublimirten Salmiak und Platin *). Demnach muss in der genannten Verbindung das Platin nicht im Zustande des Chlorine-Metalls, sondern als salzsaures Platinoxyd enthalten seyn; sie ist folglich ein wahres salzsaures Doppelsalz. Das salzsaure Ammoniak-Platinoxydul hat die nämliche Zusammensetzung.

Chlorine-Zinn und Chlorine-Calcium verbinden sich mit Ammoniak, und man könnte annehmen, dass in diesem Falle jene Chlorine-Metalle die Rolle einer Säure spielen. Herr Berzelius erklärt diese Annahme für extravagant und giebt der alten Lehre den Vorzug, nach welcher jene Verbindungen basische salzsaure Doppelsalze seyn müssen, denen ähnlich, welche durch Vereinigung des Ammoniaks mit einigen neutralen schwefelsauren Salzen entstehen. Es scheint jedoch, dass die

*) Schweigger's Journ. B. X. S. 397.

Erklärung nach der neuen Lehre gar nichts Ungereimtes hat. Wenn ein Körper sich mit einem andern, der als vorzügliche Basis anerkannt ist, verbindet, so können wir ihn, *in dieser Verbindung*, als die Stelle der Säure vertretend, betrachten, ob er gleich sonst zu den eigentlichen Säuren nicht gerechnet werden kann, oder auch selbst zu mehreren Körpern sich als Basis verhält, z. B. manche Metalloxyde. Dies ist auch mit mehreren organischen Substanzen der Fall, welche Herr Berzelius selbst für säureartige Körper in ihren Verbindungen mit den Basen zu halten scheint, da er ihre Sättigungs-Capacität (und zwar im neutralen Zustande) eben so wie die Säuren bestimmt *). Die Annahme des Herrn Berzelius, dass das Wasser in Verbindung mit den Basen die Rolle einer Säure und in Verbindung mit den Säuren die einer Base spielt, ist ganz in dem nämlichen Sinne. Auf diese Weise muss man auch in den Verbindungen des Schwefel-Kohlenstoffs mit den Basen, den ersten als Stellvertreter der Säuren ansehen. Die Annahme, dass das Chlorine-Zinn und das Chlorine-Calcium in ihrer Verbindung mit dem Ammoniak die Rolle der Säuren spielen, steht also mit der übrigen chemischen Theorie nicht im geringsten Widerspruch. Ich glaube daher, dass der Vorwurf des Herrn Berzelius blos gegen die Aeusserung irgend eines Anhängers der neuen Lehre gerichtet ist, der jene Chlo-

*) Schweigger's Journ. B. XI. S. 301.

rine-Verbindungen geradezu für Säuren eigener Art erklärte *).

Wir kommen jetzt zu der wichtigsten Einwendung des Hrn. Berzelius, die aus der Lehre von den bestimmten Proportionen hergenommen ist, mit welchen dieser grosse Chemiker die Wissenschaft bereicherte. Seine meisterhaften Untersuchungen haben das Gesetz dargethan, dass in den Verbindungen von oxydirten Körpern unter einander die Sauerstoff-Menge in dem einen ein Multiplum nach einer ganzen Zahl von der Sauerstoff-Menge in dem andern ist. Diesem Gesetze sind die Verbindungen der Basen und der Säuren so wohl unter einander, als mit dem Wasser, unterworfen. Nun aber stimmt die Mischung des sogenannten basischen salzsauren Kupfers und des basischen salzsauren Bleies mit Krystallisationswasser, in der neuen Lehre damit nicht überein. Diese beiden Körper sind nämlich so zusammengesetzt, dass die Salzsäure darin mit 4 Mal so viel Basis als in den neutralen Salzen verbunden ist, und das durch Erhitzung daraus aus-

*) Die Chlorine-Metalle können auch als Basen auftreten (nur nicht für die Sauerstoff-Säuren), und es scheint in der That, dass die Verbindungen, welche durch Behandlung mancher Chlorine-Metalle mit Salzsäure entstehen, wahre salzsaure Chlorine-Metalle sind. Unter den Schwefel-Verbindungen kommt auch ein ähnliches Beispiel vor, da das Schwefel-Platin nach den Versuchen des Herrn Berzelius sich mit Schwefel-Wasserstoff verbinden kann (Schweigger's Journ. B. 7. S. 65.).

zutreibende Waſſer die nämliche Menge Sauerſtoff enthält, als die Baſen. Die ältere Lehre hält die ganze dabei entweichende Menge Waſſer für Kryſtalliſationswaſſer, und in dieſem Falle iſt die Miſchung jener Salze geſetzmäſsig. Nach der neuen Lehre dagegen rührt $\frac{1}{4}$ des Waſſers von der Verwandlung der ſalzſauren Salze in Chlorine-Metalle her und wird es aus dem Waſſerſtoff der Salzſäure und dem Sauerſtoff der Baſis gebildet; es gehören alſo nur die übrigen $\frac{3}{4}$ den Salzen als Kryſtalliſationswaſſer. Dann aber würde der Sauerſtoff-Gehalt des Kryſtalliſationswaſſers blos $\frac{3}{4}$ von dem der Baſis betragen, was kein Multiplum nach einer ganzen Zahl iſt und folglich dem Geſetze widerſpricht. Wenn wir aber annehmen, daſs jene Körper aus neutralen ſalzſauren Salzen (nicht Chlorin-Metallen und Oxyd-Hydraten) beſtehen, in welchen letztern die Oxyde eben ſo viel Sauerſtoff enthalten, als das mit ihnen verbundene Waſſer, wie es bei den Hydraten der Baſen faſt immer der Fall iſt, ſo verſchwindet aller Widerſpruch und die neue Lehre zeigt ſich mit der Proportionslehre übereinſtimmend. Der Deutlichkeit wegen wollen wir die nähere Beſtimmung des Miſchungs-Verhältniſſes des ſogenannten baſiſchen ſalzſauren Kupfers von Hrn. Berzelius anführen.

Aeltere Lehre.

Salzſäure 339,56

Kupferoxyd 2012,90 = { 1612,90 Kupfer / 400,00 Sauerſtoff

Waſſer 453,08 = { 55,08 Waſſerſtoff / 400,00 Sauerſtoff

Neue Lehre.

Salzſäure 452,83

Kupferoxyd 2012,90 = { 1612,90 Kupfer / 400,00 Sauerſtoff

Waſſer 339,81 = { 39,81 Waſſerſtoff / 300,00 Sauerſtoff.

Unſerer Annahme zu Folge gehört $\frac{1}{4}$ des Kupferoxyds dem neutralen ſalzſauren Kupfer zu, und die übrigen $\frac{3}{4}$ bilden mit dem vorhandenen Waſſer das Hydrat. Demnach iſt jene Verbindung folgendermaſsen zuſammengeſetzt:

Salzſaures Kupferoxyd { Salzſäure 452,83 / Kupferoxyd 503,225, worin 100 Sauerſt.
956,055 = { Kupferoxyd-Hydrat { Kupferoxyd 1509,675, worin 300 Sauerſt. / Waſſer 339,81, worin 300 Sauerſt.
1849,485 = {

Das baſiſche ſalzſaure Kupfer und das baſiſche ſalzſaure Blei der ältern Lehre, ſind alſo in der neuen als Verbindungen von ſalzſauren Salzen und den Hydraten zu betrachten *), und von ihrer Zuſammenſetzung kann nur dann ein Beweis gegen die neue Lehre hergenommen werden, wenn die obige Annahme widerlegt wird. Daſs keine analoge Ver-

*) Da das Waſſer in ſeinen Verbindungen mit den Baſen die Stelle einer Säure ſpielt, ſo könnte man die Hydrate als ſalzartige Körper und die Verbindungen derſelben mit den Salzen, als eine Art von Doppelſalzen betrachten.

bindung ſich aufweiſen läſst, ſcheint das einzige zu ſeyn, was uns entgegen geſetzt werden könnte; aber eine ſolche Einwendung wäre ſehr unbedeutend, weil nur wenige baſiſche Salze mit Kryſtalliſationswaſſer unterſucht worden ſind, und die Möglichkeit einer den obigen Salzen ähnlichen Verbindung bei den Schwefel-Waſſerſtoffſalzen nicht bezweifelt werden kann. Was hindert uns ferner das baſiſche kohlenſaure Kupfer mit Kryſtalliſationswaſſer für eine Verbindung von neutralem kohlenſauren Kupfer mit Kupferoxyd-Hydrat zu erklären? — Herr Berzelius ſelbſt hielt die Verbindung der Salze mit den Hydraten gewiſs nicht für unmöglich, als er bei der Analyſe des ſauren weinſteinſauren Kali die Bemerkung machte, daſs man dieſes Salz auch als eine Verbindung des neutralen weinſteinſauren Kali mit dem Säure-Hydrat betrachten könnte *).

Wir wollen hier nur eine Eigenſchaft des ſogenannten baſiſchen ſalzſauren Kupfers anführen, welche der alten Lehre nicht günſtig iſt. Dieſes Salz, ſowohl natürliches, als künſtliches, giebt bei dem Erhitzen nach J. Davy Sauerſtoffgas, was auch ein Gemeng von ſalzſaurem Kupfer und Kupferoxyd thut. Das ſalzſaure Kupferoxyd wird hier durch die Erhitzung in das zweite Chlorin-Kupfer verwandelt; da aber die Chlorine ſich mit noch mehr Kupfer verbinden kann, ſo eignet ſie ſich das

*) Gilb. Annal. B. 40. S. 277.

letztere aus dem beigemiſchten Oxyde zu, wodurch der Sauerſtoff ausgetrieben wird; und nach vollendeter Wirkung bleiben alſo das erſte Chlorine-Kupfer und das Kupferoxyd zurück. Dieſe Wirkung des Chlorine-Metalls auf das Oxyd kann man mit der Wirkung ſaurer Salze auf die andern vergleichen. Wie wird aber die ältere Lehre jene Erſcheinung erklären? Nimmt ſie an, daſs das ſalzſaure Kupferoxyd die oxydirte Salzſäure hergiebt, welche ſich auf das vorhandene Kupferoxyd wirft und ſeinen Sauerſtoff fahren läſst, und das entſtehende ſalzſaure Kupferoxyd wieder zerſetzt wird, ſo iſt es ſonderbar, daſs in derſelben Temperatur, in welcher das ſalzſaure Kupferoxyd nicht beſtehet, es jedoch von neuem gebildet und wieder zerſetzt wird.

g) Die Chlorine verbindet ſich mit einigen Metallen in verſchiedenen Verhältniſſen. Die Verbindung mit dem Minimum von Chlorine kann durch Abſorbtion der letztern zu Chlorine-Metall im Maximum übergehen, wie das z. B. das Chlorine-Kupfer und Chlorine-Zinn zeigen. Beim letztern iſt die Abſorbtion mit Entzündung begleitet. Und umgekehrt können die zweiten Chlorine-Metalle durch Erhitzen einen Theil der Chlo-

Der Schwefel zeigt das nämliche Verhalten.

rine verlieren und in die ersten Chlorine-Metalle verwandelt werden, z. B. Chlorine-Platin, Chlorine-Gold und Chlorine-Kupfer.

h) Chlorine mit aufgelöften Alkalien behandelt, zerfetzt das Waſſer und bildet mit dem Waſſerſtoffe deſſelben Salzſäure und mit dem Sauerſtoffe Chlorineſäure. Beide Säuren vereinigen ſich mit dem vorhandenen Alkali und bilden ſalzſaure und chlorineſaure (überoxydirt-ſalzſaure) Salze.

Bei der Behandlung des Schwefels mit aufgelöften Alkalien werden ſchwefel-waſſerſtoffſaure und ſchwefelſaure od. ſchwefligſaure Salze erzeugt.

Die bleichende Flüſſigkeit ſcheint eben ſo zuſammengeſetzt zu ſeyn, als die wäſſrige Auflöſung von Schwefel-Kali. Dieſe enthält nämlich ſchwefel-waſſerſtoffſaures, ſchwefelſaures oder ſchwefligſaures Kali und den im erſten aufgelöften Schwefel, und die bleichende Flüſſigkeit beſteht wahrſcheinlich aus einer Miſchung von chlorineſaurem und ſalzſaurem Kali, worin Chlorine aufgelöſt iſt, und zwar in gröſſerer Menge, als es im bloſſen Waſſer geſchehen kann. Das Bleichpulver möchte eine Verbindung ſeyn von Kalk und Chlorine, den Schwefel-Alkalien analog, und es wird vielleicht bei der Behandlung mit Waſſer auf die nämliche Weiſe, wie die letztern, verändert.*)

*) Vergl. Gilb. Annal. B. 49. S. 361.

Aus dieſer ganzen Unterſuchung wage ich den Schluſs zu ziehen, „daſs, in dem jetzigen Zuſtande „unſerer Kenntniſſe, die neue Lehre den Vorzug „vor der ältern hat.“ Die erſte erklärt alle Erſcheinungen befriedigend und auf eine an das Ganze der Chemie ſich genau anſchlieſsende Weiſe; und wenn es Fälle giebt, wo die ältere Lehre einfacher iſt, ſo giebt es deren noch mehr, wo dieſes Verdienſt der neuen gehört. Vorzüglich gilt es von den Hauptſätzen beider Lehren. Die neue iſt darin blos Ausdruck der Thatſachen; die ältere dagegen nimmt etwas an, was ſie direkt nicht beweiſen kann. In dieſer kommen ſchon in den Fundamental-Sätzen einige Umſtände vor, welche mit den übrigen chemiſchen Lehren wenig harmoniren, nämlich der Waſſer-Gehalt der Salzſäure (ſ. oben I.) und die Unzerſetzbarkeit derſelben. Dieſes letztere iſt beſonders auffallend, und faſt möchte ich ſagen, es ſey unbegreiflich, wie eine ſolche Verbindung von einem ſchwach poſitiven Körper mit Sauerſtoff, den kräftigſten reducirenden Mitteln und ſelbſt der gleichzeitigen Einwirkung *ſtarker Electricitäten* und eines mehr poſitiven Körpers widerſteht, (nämlich beim Electrifiren der Kohle in Chlorine), und wie es möglich iſt, daſs ſie bis jetzt nicht zerſetzt werden konnte. — Einer der ſtärkſten Beweiſe gegen die ältere Lehre ſcheint mir noch die Analogie der Chlorine mit dem Schwefel zu ſeyn. Vergleichen wir das Verhalten beider genau, ſo geht daraus klar hervor,

dafs, wenn man auch den Schwefel als ein Hyperoxyd betrachtet, (eben so wie die Chlorine), daraus alle Erscheinungen sich erklären, und die Sauerstoff-Menge in dem Schwefel und die Menge des Wassers in der Schwefel-Wasserstoffsäure (welche dann auch eine Sauerstoff-Säure seyn würde) sich daraus berechnen lassen u. s. w., ganz auf die nämliche Weise, wie in der Hypothese von oxydirter Salzsäure. Die Jodine würde besonders dazu behülflich seyn, da der Schwefel mit ihr noch gröfsere Analogie hat. Was könnte einer solchen Hypothese über die Natur des Schwefels entgegengesetzt werden? Im Allgemeinen fast nur dasselbe, was der ältern Lehre über die Natur der Chlorine entgegengesetzt wird, und worauf die neue sich stützt.

Charkow. Dr. *Suchomlinow.*

III.

Ueber das Königswaſſer,

von

Sir Humphry Davy *).

Gieſst man zu koncentrirter Salpeterſäure, die mit Salpetergas geſättigt iſt, eine geſättigte Auflöſung von ſalzſaurem Gas in Waſſer, ſo zeigen ſich keine andern Wirkungen, als ſolche, welche beim Einwirken ſalpetriger Säure von derſelben Stärke auf eine eben ſo groſse Menge Waſſer als die Auflöſung enthält, würde ſtatt gehabt haben, und die gemengte Säure wirkt weder auf Gold noch auf Platin.

Läſst man ferner gleiche Räume ſalzſaures Gas und Salpetergas über Queckſilber zu einander ſteigen, und fügt ½ R. Sauerſtoffgas hinzu, ſo iſt die Verdichtung, welche gleich entſteht, nicht bedeutender, als ſich von dem Bilden von ſalpetrigſaurem Gas erwarten lieſs; und nachdem dieſes von dem Queckſilber zerſetzt oder verſchluckt worden, findet ſich das

*) Frei bearbeitet nach dem *Journ. of the roy. Inſtit.* Vol. 1. von *Gilbert.*

salzsaure Gas unverändert, und mit einer gewissen Menge Salpetergas gemengt. Man sieht hieraus, dass Salpetergas und salzsaures Gas nicht chemisch auf einander einwirken.

Wenn man *farbenlose Salpetersäure* und gewöhnliche käufliche Salzsäure zusammen giesst, so wird das Gemenge unmittelbar gelb und hat nun das Vermögen Gold und Silber aufzulösen. Bei gelindem Erhitzen steigt daraus reine Chlorine auf, und die Farbe wird dunkler. Bei längerem Erhitzen ist die Chlorine, welche aufsteigt, mit salpetrigsaurem Gas vermengt, dieses lässt sich aber, da es vom Wasser viel stärker verschluckt wird, durch ein wenig Wasser leicht davon trennen. Wenn dieser Process sehr lange fortgesetzt wird, bis die Farbe sehr dunkel ist, so lässt sich keine Chlorine weiter aus dem Gemenge erhalten, und zugleich hat es das Vermögen verloren, auf Gold und Platin zu wirken; was sich dann daraus entbinden lässt, ist eine Mengung von salpetriger Säure und Salzsäure.

Aus diesen oft wiederholten Beobachtungen geht hervor, dass das Königswasser seine eigenthümlichen Kräfte einer gegenseitigen Zersetzung der Salpetersäure und der Salzsäure verdankt, bei der Wasser, Chlorine und salpetrigsaures Gas entstehen. Die Verwandtschaft des Sauerstoffs zum Wasserstoff, und die des salpetrigsaurem Gas zum Wasser scheinen diese Resultate herbei zu führen.

Dafs dieſe Schlüſſe richtig ſind, beweiſt auch noch der Umſtand, dafs, obgleich Salpetergas und Chlorine, wenn ſie vollkommen trocken ſind, keine Einwirkung auf einander äuſsern, doch eine ſchnelle Zerſetzung eintritt, wenn Waſſer gegenwärtig iſt, bei welcher ſalpetrige Säure und Salzſäure entſtehen. Nach der Lehre der beſtimmten Proportionen läſst ſich leicht berechnen, wie viel Chlorine im Königswaſſer ſich bildet. Für jede 101 Gewichtstheile wahre Salpeterſäure, welche 118 Gewichtstheilen zerſetzter wäſſeriger Salpeterſäure (*hydro-nitric acid*) gleich gelten, müſſen 67 Gewichtstheile Chlorine entſtehen.

Aus dieſer Einſicht in die Natur des Königswaſſers läſst ſich das Eigenthümliche in der Wirkung deſſelben auf die Metalle und die Alkalien erklären. Es oxydirt nicht das Gold und das Platin, ſondern giebt bloſs Verbindungen derſelben mit Chlorine; und wenn es Neutralſalze hervorbringt [alſo mit den Alkalien], ſo ſind dieſe Mengungen, und keineswegs chemiſche Verbindungen, von ſalpeterſauren Salzen und Chlorine-Verbindungen.

Herr Berthollet hat ſchon vor langer Zeit, mit dem ihm eigenen Scharfblick behauptet, das Königswaſſer verdanke ſeine Eigenſchaften der Erzeugung von Chlorine; ſeine Schlüſſe ſtimmen ganz mit den meinigen überein, wenn man ſie aus der Hypotheſe, die dieſe Säure als zuſammengeſetzt be-

trachtet, in die, welche sie für chemisch einfach nimmt, übersetzt.

Herr Berzelius hat in einem Briefe *), der in einem Ton geschrieben ist, welcher einem Chemiker von so grossem Ruf nicht ansteht, behauptet, die detonirende Verbindung von Chlorine und Stickstoff (mein *Azotane*) sey *wasserfreie salpeterfäure Salzsäure*. Es ist schwer zu enträthseln, welchen Sinn er mit diesem Ausdruck verbindet, und es ist ganz unnöthig, eine so vage und schlecht begründete Behauptung zu widerlegen **).

*) In *Thomson's Annal. of philos.* Vol. 6. p. 47.

**) Indem ich die angeführte Stelle in des Hrn. Thomson's Annalen nachsehe, finde ich ein Schreiben des Herrn Prof. Berzelius *an mich* aus dem Jahrg. 1814 (St. 11. oder B. 48. S. 326.) meiner Annalen von Herrn Thomson übersetzt; da also der tadelnde Ausdruck des Herrn Davy auch einigermaßen mich trifft, so sey es mir erlaubt, hier einige Worte zu erwiedern. Daß ein Brief in der Regel nur hingeworfene Gedanken enthält, die zur Prüfung oder zum Lesen einer weitern Ausführung anreizen sollen, und nur flüchtige Notizen, weiß jedermann. Es scheint daher ein unfreundliches Verfahren zu seyn, wenn Herr Thomson, der von den eigenthümlichen Abhandlungen in meinen Annalen, selbst in seinen Berichten über dem, was in Physik und Chemie jährlich geschieht, so selten Notiz nimmt, gerade einen solchen Brief auswählt, um ihn seinen Lesern vorzulegen. Er sagt in einer Anmerkung: „Ich habe mich verleiten lassen (*I have been induced*), diesen Brief hier bekannt zu machen, weil er einige Meinungen über brittische Chemiker enthält, die ihnen, wie es mich dünkt, bekannt werden müssen; Gilbert's Annalen enthalten man-

che ähnliche Briefe. *T.*" Ich wüßte indeß nur einen einzigen ähnlichen Brief in meinen Annalen, der zu einer solchen Aeußerung einigermaßen berechtigen könnte, (in demselben Bande, worin Herr Regierungsrath Graf Henkel von Donnersmark mir einige Notizen aus Brüssel mittheilte.) Unter dem Anschein vollständiger Uebersetzung mit meinen Anmerkungen, sind einigen von diesen dennoch weggelassen, ohne daß es angezeigt wird; so die Anmerkung, worin ich Hrn. Thomas Young's *meisterhafte* freie Uebersetzung der Berzelius'schen Aufsätze rühmte, und besonders die Anmerkung, in der ich die Vogel'schen Versuche über das rauchende Wesen der Nordhäuser Schwefelsäure kurz zusammenstellte, dessen wahre Natur in diesem Briefe des Herrn Berzelius zuerst nachgewiesen worden ist, (daß es nämlich wasserfreie Schwefelsäure sey), wodurch dieser Brief seinen eigenthümlichen wissenschaftlichen Werth erhielt, der mich vorzüglich bestimmte, ihn bekannt zu machen; dieser geht bei Herrn Thomson's Verfahren größtentheils verloren und der Brief macht nun einen wesentlich verschiedenen meinen Annalen und mir minder vortheilhaften Eindruck. Was Herrn Thomson zu diesen Ungerechtigkeiten gegen mich bestimmt, weiß ich mir nicht zu erklären. Wollte ich auf ähnliche Art verfahren, wie manchen Stoff gäben mir nicht Herrn Thomson's Annalen, auch auf sie Schatten zu werfen, (ich dürfte z. B. nur den Brief eines Korrespondenten aus B. 9. S. 401. wählen, worin der wundervolle und mysteriöse Versuch, daß eine an einem Faden hängende Münze, in ein Glas gehalten, immer die jedesmalige Stunde schlage, im vollem Ernste erzählt wird, und Hrn. Thomsons angehängte Bemerkung weglassen;) und sollte Sir Humphry Davy die flüchtigen Briefe vergessen haben, welche von ihm aus Italien (über die Feuer der Pietra Mala) und aus Paris (über die Entdeckung der Jodine), geschrieben wurden, und die sehr starke Rügen veranlaßt haben. — Im Contraste mit diesem Verfahren steht die ausnehmende Connivenz, welche Herr Thomson gegen einige andere Nachrich-

ten aus Deutschland zeigt, die ihm doch verdächtig seyn mußten. So z. B. hatte er in seinen Annalen B. 6. S. 392. eine ziemlich richtige Würdigung des verst. Akad. Gehlen in München bei der Anzeige seines Todes gegeben, und doch läßt er eine Uebersetzung der freundschaftlichen Lobsprüche, welche am Grabe dieses verdienten Chemikers gesprochen worden sind, als eine Biographie abdrucken. Was bleibt aber Biographieen, und selbst sogenannten Eloges für Werth, wenn man nicht auf Wahrheit und richtige Würdigung halten will? Einen Punkt, der meine ehemaligen Verhältnisse in Halle betrifft, will ich hier berichtigen. Die gerühmten chemischen Vorlesungen, welche Herr Gehlen dort im Reil'schen klinischen Institute gehalten haben soll, sind Träume; weder dort, noch, so viel ich weiß, irgend wo anders, hat Gehlen (der nie Professor war) Vorlesungen gehalten. Daß ihm die zu einem guten Docenten, wie zu einem guten Schriftsteller unentbehrliche wissenschaftliche und andere Bildung in der That gemangelt habe, muß ich unter andern aus dem Chaos von unwilligen Aeußerungen schließen, womit er mich, als ich an Winterl's sonderbarer Chemie des 19. Jahrhunderts, und an den Wunder-Versuchen Ritters mit Campetti, und des Hrn. Gehlen mit Herrn Buchholz nicht glauben wollte, in seinem Journal der Chemie B. 5. S. 603. u. a. O. überschüttet hat, und die nicht von viel Geist zeigen. Wie Gehlen, dem die theoretische und die praktische Medicin fremd waren, und der in Berlin lebte, sich bei dem medicinischen Klinikum in Halle, wo es auf einen ärztlichen Gehülfen ankam, von dem sel. Reil als dieser sein Gehülfe konnte anstellen lassen, um, wie Reil meinte, die Kuren durch chemische Analysen der Krankheitsstoffe und Excremente zu leiten, ist mir immer ein Räthsel gewesen. Die Klarheit der Begriffe und scharfe mathematische Einsicht seines halben Namens-Verwandten, Gehler, (für den er bei einigen im Auslande galt) besaß Gehlen nicht, und zur modischen poetischen Physik, die ihn heben sollte, fehlten ihm die Flügel der Phantasie. *Gilbert.*

IV.

Bericht von foſſilen Rhinoceros-Knochen, welche in einer Höhle mitten im feſten Kalkſtein bei Plymouth gefunden worden ſind,

von

Sir Everard Home, Esq., Vice-Präſ. d. Kön. Soc.

(vorgeleſ. in d. Kön. Geſ. d. Wiſſ. zu Lond. d. 27. Febr. 1817.*)

Als Herr Whitby die Oberaufſicht über den höchſt ſchwierigen Bau des Hafendamms zu Plymouth übernahm, erſuchte ihn Sir Joſeph Banks alle Höhlen genau zu unterſuchen, welche er in dem Kalkſteinfelſen aus dem er den Molo zu Plymouth bildet **), finden würde, und darauf zu ſehen, daſs in ihnen vorkommende Knochen und andere foſſile Ueberreſte ſorgfältig und unbeſchädigt aufbewahrt würden. Dieſem zu Folge erhielt Sir Joſeph Banks im Nov. 1816 von Hrn. Whitby eine Kiſte voll foſſiler Knochen zugeſchickt. Sie machen den Gegenſtand dieſes Aufſatzes aus.

*) Frei ausgezogen aus den *Philoſ. transact. of the roy. ſoc. of London* for 1817 von *Gilbert*.

**) *from which he is forming the Breck-water at Plymouth.*

Dieſe Knochen fanden ſich, wie Herr Whitby berichtet, in den Kalkſteinbrüchen von *Oreſton*, welche ungefähr 1 engl. Meile von Plymouth an der Südſeite von Catwater liegen, im feſten Geſtein in einer Höhle, die 15 Fuſs breit und 12 Fuſs hoch, 45 Fuſs tief in den Felſen hinein ging, und mit feſtem Lehm angefüllt war, in welchem ſie ungefähr 3 Fuſs über dem Boden der Höhle eingebettet waren. Als Herr Whitby den Steinbruch zu bearbeiten anfing, hatte der Felſen eine ſenkrechte Höhe von 74 Fuſs; die Knochen fanden ſich 70 Fuſs unter der Oberfläche deſſelben und ungefähr 4 Fuſs über der Fluthöhe des Waſſers. Unter Hrn. Whitby wurde 60 Fuſs weit in den Felſen nach horizontaler Richtung hinein gebrochen bevor man zu der Höhle kam, und ſchon vor ihm hatte man 100 Fuſs weit in den Felſen in dieſer Richtung hineingebrochen, ſo daſs die Höhle 160 Fuſs weit von der urſprünglichen Vorderwand des Felſens entfernt lag. Nach allen andern Richtungen beſtehen die Brüche aus dichtem Kalkſtein von groſser Ausdehnung. Die Arbeiter ſtieſsen auf die Höhle beim Brechen, in der Tiefe, in welcher ſie ſich befindet, im feſten Geſtein, und da der ſie umgebende Kalkſtein überall gleiche Feſtigkeit hatte und gleiche Mühe im Brechen machte, ſo geſteht Herr Whitby die Möglichkeit nicht abzuſehen, daſs die Höhle je nach Auſsen durch den feſten Felſen offen geweſen ſeyn könne. Sie wurde ganz bis auf 1 Fuſs vom Boden fortgebrochen; hier blieb zwar der Lehm in ihr, der

Boden unter demſelben wurde aber mit einer eiſernen Stange unterſucht, und überall feſtes Geſtein gefunden.

Her Whitby berichtet, daſs man in dieſen Steinbrüchen ſchon auf mehrere ſolche Höhlen getroffen ſey. Einige waren in ihrem Innern mit Stalactiten überzogen; in der Höhle, aus der die Knochen kamen, fand man aber nichts dieſer Art, ſo daſs es an Gründen fehlt, anzunehmen, daſs eine Oeffnung durch den Felſen vorhanden geweſen, durch Infiltration aber verſchloſſen worden ſey. Herrn Whitby's Aufmerkſamkeit hatte ſie mehr als alle andern auf ſich gezogen, weil ſie gerade dem Orte gegenüber lag, wo er zu landen pflegte, wenn er die Steinbrüche beſuchte. Man verdingt das Steinbrechen zu zwei verſchiedenen Preiſen, einen für Felſen, den andern für Lehm und Geröll, und zwei Beamte, welche, der eine von Seiten der Krone, der andere von Seiten deſſen, der den Contract ſchlieſst, die Aufſicht führen, meſſen den Inhalt aller Höhlungen aus, die Lehm oder andere weiche Materien enthalten. Dieſen Beamten zu Folge war das die Höhle umgebende Geſtein eben ſo hart als der übrige Felſen, und erforderte gleiche Kraft, es zu brechen, welchem gemäſs es auch verdingt worden war.

Die Knochen, welche ſich in der Sir Joſeph Banks zugeſchickten Kiſte befanden, gehörten alle Rhinoceroſſen an, und zwar dreien. Herr Home zählt alle dieſe Knochen einzeln auf, welche Auf-

zählung ich hier übergehe. Darunter 6 Malmzähne. Dieſe Knochen waren alle auf das vollkommenſte erhalten, und an faſt allen Theilen ihrer Oberfläche ganz, in einem Grade, wie es Herrn Home an foſſilen Knochen noch nie vorgekommen war. Der *Metacarpus* iſt ganz bis auf eine kleine Beſchädigung an der Seite, die er wahrſcheinlich beim Ausbrechen aus dem Lehm erhielt. Da die Zähne des Rhinoceros in Geſtalt und Struktur von den Zähnen aller andern bekannten Thiere abweichen, ſo ließ ſich ſogleich beſtimmen, daſs ſie dieſem Thiere angehört hatten. Glücklicherweiſe fand ſich auch an jedem der andern ausgegrabenen Knochenſtüke irgend ein unterſcheidendes Merkmal, das Herrn Home in den Stand ſetzte, den Knochen anzugeben, zu welchem es gehört, und ſich zu überzeugen, daſs es von einem Rhinoceros herſtammt; wobei es ihm ſehr zu Hülfe kam, daſs der Elephant das einzige ſo groſse Thier iſt, welches in ſolchen Beſtimmungen Zweifel erregen könnte. Der einzige ganze Knochen, der *Metatarſus*, den man fand, iſt im Rhinoceros noch ein Mal ſo lang, als im Elephanten.

Der Chirurg und Lehrer der Anatomie, Hr. Brooks in *Blenheimſtreet* beſitzt das Skelett des gröſsten Rhinoceros, welches je in London lebend iſt geſehen worden. Mit den Knochen dieſes Skeletts hat Herr Home alle foſſile Knochenſtücke verglichen, und den Metacarpus hat er in beiden gemeſſen. Das ſtehende Skelett hat eine Höhe von

5 Fuſs 8 Zoll und ſein Metacarpus iſt 7⅛ Zoll lang und 2⅜ Zoll breit. Der foſſile Metacarpus hat eine Länge von 8⅛ Zoll und eine Breite von 2¾ Zoll. Nur zwei der foſſilen Knochen haben kleineren Rhinoceren, die andern foſſilen Knochen aber alle Rhinoceren von gleicher Gröſse angehört.

Es iſt merkwürdig, daſs die Knochen, welche man in dieſer Höhle gefunden hat, insgeſammt einer und derſelben Thierart angehörten. Herr Home hat ſich viel Mühe gegeben, ſich zu vergewiſſern, ob man nicht noch andere Knochen, als die nach London geſendeten, gefunden habe; es ſind keine andern gefunden worden.

Herr Prof. Brande hat ein Stück eines dieſer foſſilen Knochen und ein Stück eines foſſilen Zahns chemiſch zerlegt. Noch nie, bemerkt er, habe er foſſile Knochen geſehen, die ſo ganz erdig (*ſo purely earthy*), und frei von fremden Materien waren. Als der Knochen erhitzt wurde, gab er kaum etwas von thieriſchem Geruch, und verlor nichts von ſeiner natürlichen Weiſse. Herr Brande fand in 100 Theilen

	des foſſilen Knochens,	des foſſilen Zahns,
phosphorſauren Kalk	60	78 Thle
kohlenſauren Kalk	28	8 -
fremdartige Erde (*extraneous earthy matter*)	—	8 -
Thieriſche Materie	2	6 -
Waſſer	10	

Auf Hrn. Home's Erſuchen machte Hr. Brande zugleich Analyſen eines zu *Brentford* gefundenen Rhinoceros-Zahns, eines eben daſelbſt gefundenen Schienbeins eines Hippopotamus, und einer zu *Lyme* gefundenen foſſilen Ribbe eines Thiers aus dem Fiſchgeſchlechte; von allen dreien finden ſich weitere Nachrichten in den Schriften der Londner Societät. Folgende Beſtandtheile fand er in 100 Theilen

	des Rhinoc. Zahns von Brentford	der Hippopotamus-Tibia eb. dah.	der Fiſchribbe von Lyme
phosphorſaurer Kalk	70	50	50 Thle.
kohlenſaurer Kalk	6	5	19 –
extraneous earthy matter	20	—	— –
Kieſelerde	—	24	5 –
Thonerde	—	10	15 –
Eiſenoxyd	—	4	— –
Waſſer	4	2	8 –
Thieriſche Materie		5	5 –
	100	100	100 –

V.

Einige Zeitungs-Nachrichten von den foſſilen Elephanten- und Rhinoceros-Knochen, welche man im Anfange dieſes Jahres zu Thiede bei Braunſchweig ausgegraben hat.

Das Dorf *Thiede* liegt 2 Stunden von *Braunſchweig* nahe bei dem Fräuleinſtifte *Stederburg*. Schon vor etwa achtzig Jahren hat man dort, aus einem Hügel, einen groſsen Backenzahn eines Thiers der Urwelt ausgegraben, welchen Leibnitz in ſeiner *Protogea* als Zahn eines Seethiers *) hat abbilden laſſen, welches indeſs ein Irrthum war. Im vorigen Jahre bemerkte der ehemalige Profector Berger, als er vor einem bei Thiede an der Straſse nach Braunſchweig liegenden Steinbruch vorbeiritt, einen groſsen Kinnbacken, der an der Straſse lag, und dieſes gab die Veranlaſſung zum weitern Nachgraben.

In der Berliner Zeitung vom 16. Januar, und in dem Intelligenzbl. der Jenaiſchen Allgem. Litter. Zeit. Febr. und Juni 1817, finden ſich folgende

*) *Dens animalis marini Tidae propre Stederburgum e colle limoſo effoſſi.*

Nachrichten aus Briefen von dem Erfolg dieser Nachsuchungen:

Braunschweig, im Januar 1817.

Unweit von hier, bei *Tiede*, ist im Flötzgebirge von der jüngsten Formation, in einem Gyps-Bruch, in den letzten Tagen des abgewichenen Jahres ein sehr bedeutender naturhistorischer Fund gemacht worden. Man hat nämlich dort in Einer Gruppe beisammen gefunden: das ganze *Skelett* (!!) eines grosen Elephanten, dessen Stoszahn 8 Fuss lang ist; 3 dergleichen kleinere; 2 Köpfe vom Höhlen-Bär (!!) und 1 Rhinoceros-Kopf. Man hofft auf eben dieser Stelle noch mehrere ähnliche Schätze aufzufinden.

Wolfenbüttel den 10. Jan. 1817.

Die Nachgrabungen in dem Gypsberge zu *Tiede* werden unter der Aufsicht des Herrn Berger, mit grosser Sorgfalt und Behutsamkeit fortgesetzt, und der Eigenthümer der Gypsgrube, in welcher der Fund der Thiergerippe aus der Vorwelt gemacht worden, Namens Röver, zu Tiede wohnend, lässt es weder an Kosten noch Aufsicht fehlen, um den Wissenschaften diese wichtigen Auffindungen unversehrt zu überliefern. Am 8. Jan. 1817 war von dem Hauptgerippe ein zweiter Stoszahn sichtbar, der von dem Schädel aus sich in den Grund vertiefte. Bereits waren gefördert, und in dem Gewahrsam des Herrn Röver eine bedeutende Menge einzelner Knochen, mehrere grose Bruchstücke von Stoszähnen von 1 bis 2 Ellen Länge;

Backenzähne, sehr wohl erhalten, von 5 bis 6 Pfunden; Wirbel- und Beinknochen, auch Kinnbacken mit wohlerhaltenen mächtigen Zahnreihen von dem fleischfressenden Thiere, das zu einer Bärengattung (!!) zu gehören scheint. Möchte sich doch ein ganzes Knochengerippe zusammen setzen lassen! Doch ist dies kaum zu hoffen, da die Knochen verschiedenen Thieren angehört zu haben scheinen.

Sehr verschieden sind übrigens diese Knochen von denen ähnlicher Art, die man in den Höhlen des Harzes, vorzüglich in der *Baumanns-* und *Einhorns-Höhle* findet. Diese gehörten Thieren der jetzigen Geschlechter, welche dort wohnten, an: die zu *Tiede* gefundenen Knochen sind aber Ueberbleibsel einer Vorwelt, die unserer jetzigen Schöpfung vorherging. Obgleich der grosse Schädel, der eines asiatischen Elephanten zu seyn scheint, so wird doch eine genauere Untersuchung unstreitig zeigen, dass auch das Thier, dem er gehörte, von diesem unterschieden war.

Wolfenbüttel den 3. April 1817.

Die Ausgrabung der fossilen Knochen auf dem Gypsberge bei Tiede ist jetzt in so fern beendet, dass die Hauptgruppe von dem Lehme, worin sie lag, befreit ist. Dem Augenmaasse nach hat sie ungefähr 10 Fuss Länge, 8 Fuss Höhe und 6 Fuss Breite, und sie besteht aus 9 grossen *Stosszähnen* von der Grösse der gewöhnlichen Elephantenzähne, mehreren *Schädeln* von Elephanten und Rhinoceronten, und einer Men-

ge koloſſaler *Knochen*, wie durch Kunſt in eine Gruppe zuſammengefügt. Die Beſchreibung des vor Kurzem zu Canſtadt entdeckten Lagers von Mammuths-Knochen paſst vollkommen auch auf unſer Tiede'ſches Knochen-Lager, nur daſs dieſes letztere lange nicht ſo bedeutend iſt, als das Wirtembergiſche. Denn ſchwerlich wiegt der gröſste der Tiede'ſchen Zähne 100 Pfund, indeſs der gröſste der Canſtädter Zähne ein Gewicht von mehr als 600 Pfund hat. *) Der Eigenthümer der Grube hat die

*) Das Königl. Naturalienkabinet in Stuttgard beſitzt (bemerkt Herr Hofr. Oſiander in Reiſebemerkungen in den Gött. gel. Anz. Aug. 1817) einen vor wenig Jahren für 80 Guineen erkauften, 9 Fuſs langen und 175 Pfund ſchweren Elephantenzahn aus Ceylon. Was iſt aber dieſer ungeheure Zahn gegen die noch weit gröſsern und ſchwerern der Vorwelt. Der längſte und vollſtändigſte Zahn derjenigen, die voriges Jahr bei *Canſtadt* ſammt dem Lehm ausgehoben wurden, muſs, als er ganz war, auf 6 Centner gewogen haben. Der Kopf eines ſolchen antediluvianiſchen Ungeheuers allein, hat alſo wenigſtens 18 Zentner gewogen, und war folglich ſo ſchwer und groſs als ein ganzer gemäſteter Ochſe. Davon ſchlieſse man auf das ganze Thier. Daſs ſolche Thiere aber nicht aus einem andern Welttheil herüber geſchwemmt und in Deutſchland niedergelegt wurden, wird einem begreiflich, geſetzt auch, das Klima ſey damals nicht anders geweſen als jetzt, wenn man die langbehaarten Hauttheile betrachtet, welche in dem Naturalienkabinet zu Stuttgard von dem Elephantenartigen Thiere, oder dem Mammuth aufbewahrt werden, der vor einigen Jahren im Eismeer gefunden und nach Petersburg gebracht wurde. Und wie das nördliche Klima ſelbſt haarloſe Thiere nach und nach behaart macht,

Gruppe durch ein bretternes mit Fenſtern verſehenes Haus gegen die Einwirkung der Witterung geſchützt, und zeigt ſie gegen einen mäſsigen Geldbeitrag.

An einem von dem Mammuths-Lager entfernten Theile des Tieder Berges haben Arbeiter in dem Lehme, wenigſtens 10 Fuſs unter der Oberfläche, mit Kohlen, Lehm und Scherben von Urnen vermiſchte Menſchen-Knochen ausgegraben, finden auch mitunter Menſchen-Schädel. Daſs dieſe Ueberreſte in keiner Beziehung mit den Mammuth-Knochen ſtehen, ſondern viele tauſend Jahre ſpäter, als dieſe hierher geriethen, von Menſchenhänden verſcharrt wurden, leidet wohl keinen Zweifel.

* *

In einem Briefe aus Helmſtädt vom 20. Januar, welcher (in dem *Freimüthigen* 6. Februar 1817) abgedruckt iſt, in dem es unter andern heiſst: „Aus den beim Dorfe Tiede befindlichen Kalkgruben wird Gyps bereitet (!!) ſie gehören einem bemittelten Bauer, Namens Röver,“ findet ſich auch

beweiſt das ehemals ganz haarloſe Pferd aus der Stuttgarder Menagerie, das mit der Zeit immer mehr feine blaugraue wollenartige Haare bekam. — Die Lage der Stoſszähne von Elephanten, die zuſammen in dem Lehmlager zu Canſtadt ausgehoben wurden, und jetzt in Stuttgard aufgehoben werden, iſt offenbar von der Art, daſs nur das Waſſer dieſe viele Centner ſchwere Stücke ſo niederlegen und durch einen Wirbel zuſammenſchichten konnte.“

folgende Angabe, deren Wahrheit ich auf sich beruhen lasse: „Nach mündlicher Erzählung eines jungen Deutschen, der geraume Zeit in Philadelphia lebte, soll ein dasiger reicher Privatmann, Namens Peale, das Skelett eines Mammuths, das bis auf das Brustbein vollständig sey, mittelst einer ungeheuren Maschinerie aus einem Sumpfe in der Gegend von Philadelphia haben herausheben und es in einem grofsen Saale, anatomisch zusammengesetzt, aufstellen lassen. Daneben stehe das Gerippe eines Elephanten, welches weit kleiner sey *)."

Nach einem Berichte des Professors D. Gelpke, in dem *Braunschw. Magaz.* 1817 No. 9., lagen die Knochen 10 bis 12 Fufs tief unter der Oberfläche an einer Felsenwand des Tieder Berges und gehören theils Elephanten, theils Nashörnern an. Von jenen sind die Zähne das Merkwürdigste. Von Rhinoceronten hat man mehrere zerbrochene Fangzähne gefunden, und man war eben dabei, oben an der Felsenwand einen ganzen 6½ Fufs langen Zahn auszugraben, der an der Wurzel wohl 4 bis 5 Zoll dick seyn mochte; und dabei mehrere zerbrochene Fangzähne, mehrere Knochen des Rumpfes und des

*) Nach den Zeitungen ist vor Kurzem bei *Chester*, in dem Nordamerikanischen Staate Neuyork, 6 Fufs unter der Erde, ein ganzes Lager von Mammuth-Knochen entdeckt worden, und man hoffte aus denselben ein vollständiges Skelett dieses ausgestorbenen Riesenthiers zusammensetzen zu können; D. Mitchel leitet das Ausgraben. *Gilb.*

Kopfes und den Oberkiefer, worin die Backenzähne mit ihrer Glasur verfehen find. Die Backenzähne haben fchlangenförmige Furchen an den Seiten und wellenförmige Streifen auf den Kronen; der gröfste ohne Wurzel wiegt 16 Pfund; die Zähne in den Kinnbacken find 1½ Fufs lang. Ferner fand man eine ungeheure Rippe von 6 Fufs Länge, ein grofses Kniegelenk und eine gefpaltene Klaue, nach welcher Herr Berger die Höhe des Thiers zu 22 Fufs fchätzt. Die gefpaltene Klaue und der Mangel der Stofszähne beweifen, dafs das Thier, dem die Knochen angehörten, kein Elephant, fondern wahrfcheinlich eins der Rhinoceren war, von denen man bei *Ofterode* vor einiger Zeit ein ganzes Ablager gefunden hat (Ann. B. 45. S. 425.). Aufserdem finden fich noch Knochen von andern kleinern Thieren der Vorwelt. Alle diefe Knochen liegen fehr einzeln und zerftreut, und laffen fich kaum anders als zerbrochen herausbringen.

Der folgende Bericht rührt von einem Kenner der Naturgefchichte her, der fpäter an Ort und Stelle war, und ergänzt und verbeffert diefe flüchtigen Zeitungs-Nachrichten.

VI.

Einige Bemerkungen über die zu Tiede aufgefundenen Knochen von Thieren der Urwelt,

von

J. F. A. Daehne, D. der Philosophie.

(Ein Auszug aus seinem Reisetagebuche.)

Es war im Juli (1817) als ich von Braunschweig aus das 2 Stunden entfernte Dorf Tiede besuchte, das durch seine Naturmerkwürdigkeiten aus der Urwelt berühmt geworden ist. Meine Erwartungen waren hoch gespannt, und ich muss gestehen, dass sie nicht nur befriedigt, sondern noch übertroffen worden sind. Man muss mit eigenen Augen dieses Chaos von kolossalen Knochenmassen gesehen haben, um das Erstaunen zu begreifen, in das ich bei dem Anblick derselben versetzt wurde. Es liegen hier die Knochen von fünf *Mammuths*, von einem einhörnigen *Rhinoceros* und von zwei *Hirschgattungen*, von denen die eine dem gemeinen Hirsche und die andern dem Dammhirsch gleich zu kommen scheint, im bunten Gemisch durch einander, und so vermengt, dass oft eine genaue Untersuchung dazu gehört, um mit Gewissheit sagen zu

können, welche dem einen und welche dem andern dieſer Thierarten angehörten. Deutlich ſieht man jetzt 9 Stoſszähne, von denen einer 11 und ein anderer ſogar 14 Schuhe lang iſt, zu Tage hervorragen; ferner eine groſse Menge von Backenzähnen, Schulterblättern, Rippen, Beinknochen, zum Theil von 5 Schuh Länge, Knieſcheiben, Fuſsgelenken, Kinnladen, in denen oft noch Zähne ſitzen, Rückenwirbeln u. ſ. w., alles von verhältniſsmäſsiger Gröſse; endlich den ganzen Kopf des *Rhinoceros* mit Horn und Zähnen, welche letztere noch vollkommen mit ihrem Schmelze verſehen und überhaupt unbedeutend verändert ſind.

Was man bis jetzt von *Hirſchknochen* gefunden hat, beſteht gröſstentheils in Geweihen von beiden oben erwähnten Gattungen, und liegt nebſt allem, was man ganz loos gefunden hat, jetzt auf einem Tiſche dicht neben dem Fundorte ausgebreitet. Hierunter befinden ſich auch einige ungeheuer groſse *Backenzähne vom Mammuth*, welche den gröſsten Pferdefuſs an Umfang bei weitem übertreffen. Was die Bildung ihrer Kaufläche anbetrifft, ſo ſtimmen ſie ganz mit der Zeichnung überein, welche Herr Hofrath Blumenbach in ſeinen Abbildungen naturhiſtoriſcher Gegenſtände auf Tafel 19 unter dem Buchſtaben C. von dem Zahne eines afrikaniſchen Elephanten geliefert hat. Die noch gröſstentheils mit ihrem Schmelze bedeckten erhobenen Linien, bilden nämlich eben ſo rautenförmige Leiſten, indeſs andere foſſile Backenzähne

vom Mammuth, welche ich gesehen habe, deren Fundort mir aber nicht bekannt geworden ist, ganz die Bildung des asiatischen Elephanten hatten. Es haben daher zwei verschiedene Gattungen vom Mammuth in der Urwelt gelebt und sie scheinen, wie auch schon viele mit grosser Wahrscheinlichkeit behauptet haben, die Stammthiere unserer beiden jetzigen Elephanten-Gattungen gewesen zu seyn.

Von allen den Knochen, welche ich zu Tiede gesehen habe, war nichts versteinert; ausser dem Verluste ihrer Gallerte und fettigen Bestandtheile schienen sie gar keine Veränderung erlitten zu haben. Bei einigen war die innere Textur zur Verwunderung schön erhalten, sie sahen aus, als wären sie mit der grösten Sorgfalt präparirt worden.

Hier muss ich noch erwähnen, dass der Herr Hofmedikus Zinken gen. Sommer zu Braunschweig mir nachher einige Stücke gezeigt hat, die vor mehreren Jahren gleichfalls bei Tiede gefunden worden, und wahrscheinlich versteinertes Elfenbein sind; denn mit diesem kam sowohl ihre äussere als innere Bildung vollkommen überein. Es könnte also möglich seyn, dass die Knochen nach der Verschiedenheit des Bodens, in welchem sie seit undenklichen Jahren gelegen haben, auch verschiedenen Veränderungen unterworfen gewesen wären. Herr Hofmedikus Zinken fand die Stücke, welche er besitzt, mehr an der Oberfläche

der Erde und, wenn ich nicht irre, in ſandigem Boden; jene zum Theil wenig veränderten Knochen aber befinden ſich in einem aufgeſchwemmten an einigen Stellen 12 bis 20 Fuſs hohen Lehmlager; dieſes ſcheint alſo das Mittel geweſen zu ſeyn, welchem ſie ihre jetzige Beſchaffenheit verdanken. Ohne Zweifel beraubte das Waſſer, welches von oben her das Lehmlager durchdrang, die Knochen nach und nach ihrer Gallerte, und der Lehm ſchützte ſie nachher vor ihrer gänzlichen Zerſtörung.

Lange wären ſie vielleicht noch den Augen der Naturforſcher und Neugierigen verborgen geblieben, wenn nicht das Ohngefähr zu ihrer Entdeckung beigetragen hätte. Es befindet ſich nämlich jenes Lehmlager auf einem Theile des Tiede'ſchen Gypsbruches, und das Sprengen der Gypsfelſen war Urſach, daſs der die Knochen bedeckende Lehm herabſtürzte und ſo die Knochen an das Tageslicht kamen. Dem Herrn Stadtchirurgus Berger in Braunſchweig verdanken wir die erſte Nachricht darüber. Er hat ſich überhaupt um die Erhaltung dieſer ſo höchſt intereſſanten Naturſeltenheiten ſehr verdient gemacht. Er war der erſte, welcher den Beſitzer der Tiede'ſchen Gypsbrüche, Herrn Röver, auf die Schätze, welche ſein Boden umhüllte, aufmerkſam machte, und ich habe in ſeiner Sammlung von anatomiſchen Präparaten eine Menge von Tiede herrührender Knochen gefunden, die er gleich nach der Entdeckung derſelben zu ſich genommen hatte. Er hofft einſt ein ganzes vollſtändi-

ges Skelett dieſes merkwürdigen Thieres der Urwelt aufſtellen zu können und er würde vielleicht ſchon dazu geſchritten ſeyn, wenn nicht bis jetzt ſeine Amtsgeſchäfte ihn davon abgehalten hätten.

Ein kleines Häuschen bedeckt jetzt die Stelle, wo die Knochen liegen, und der Abhang des Lehmlagers iſt bis unten hin, ſo weit als noch Knochen hervorragen, mit Brettern verſchlagen. Für den geringen Preis von 8 Groſchen hat man das Vergnügen, die Thür jenes Häuschens geöffnet und ſich von dem Ueberreſte der Urwelt umgeben zu ſehen.

Daraus, daſs hier Mammuths-, Rhinoceros- und Hirſch-Knochen neben und über einander liegen, kann man ſchlieſsen, daſs nur die höchſte Noth dieſe Thiere, welche übrigens gewiſs nicht in den freundſchaftlichſten Verhältniſſen mit einander gelebt haben, gezwungen habe, ſich ſo nahe zu kommen. Ohne Zweifel ſtarben ſie auf derſelben Stelle, wo ſie noch jetzt liegen; denn niemand wird wohl behaupten, daſs ſie dahin geſchwemmt ſind. Wie ſollten ſich auch eine ſo entſetzliche Menge von Knochen gerade an dieſem Ort und noch dazu auf der Spitze eines Berges zuſammengehäuft haben? Man kann mit gutem Grunde annehmen, daſs jene Thiere auf groſsen Inſeln lebten, und daſs eine gewaltige Erdumwälzung, wobei das Meer ſeine Ufer weit überſtieg, ſie zwang, um der Fluth des Waſſers zu entgehen, die höchſten Punkte jener Inſeln aufzuſuchen; aber auch hier fanden ſie ihr Grab, das Meer überſchwemmte auch dieſen ihren

Zufluchtsort, und sie ertranken; ihre weichern Bestandtheile verwesten und ihre Knochen wurden durch die Fluthen des Meers mit Sand und Lehm bedeckt. Dafs vor Zeiten in diesen Gegenden Meer gewesen ist, beweisen die unzähligen Versteinerungen von Seeprodukten, die hier gefunden werden, z. B. die Ammoniten, welche bei Wolfenbüttel oft in der Gröfse von kleinen Kutschrädern vorkommen, die Nautiliten, Bufoniten, Korallen verschiedener Art, als Tubiporen, Pentakriniten und Enkriniten, Milleporiten u. s. w., welche meiner Meinung nach mit den Mammuths gleichzeitige Bewohner des Erdballs waren.

Auch auf dem Museo zu Braunschweig sah ich ein ungeheures Schulterblatt von Mammuth nebst andern Knochen desselben Thiers, konnte aber ihren Fundort nicht erfahren. Vielleicht sind sie gleichfalls von Tiede; denn dafs schon vor langen Jahren solche Gegenstände dort gefunden sind, beweist uns die Abbildung eines daselbst entdeckten Backenzahns vom Mammuth, welche sich in der Protogea von Leibnitz findet.

Es wäre sehr zu wünschen, dafs alle jene Tiede'schen Seltenheiten dem Herrn Röver für das Braunschweigsche Museum abgekauft würden, und dafs man so bald als möglich zu ihrer völligen Ausgrabung schritte. Denn so höchst interessant es auch ist, jene Knochen so, wie sie die Natur unter einander geworfen hat, an ihrem Fundorte liegen zu sehen, so steht doch sehr zu befürchten, dafs sie

dadurch in Zukunft etwas Schaden leiden möchten, weil sie jetzt grofsentheils unbedeckt liegen. Man wird auch wirklich schon gewahr, dafs sich an der Oberfläche einiger Stofszähne etwas abblättert, welches, wie man mir sagte, vom Regen herrührt, der im Anfang durch das Dach des Häuschens hinabgetröpfelt ist.

Da in der Nähe des Berges, auf welchem die Knochen liegen, noch höhere Punkte gefunden werden, unter denen ich nur den einige Minuten davon entfernten Fuchsberg nenne, so wäre es leicht möglich, dafs man auch hier, wenn man nachgrübe, noch etwas ähnliches fände.

Schliefslich erwähne ich noch, dafs der Pastor Ballenstedt zu Pabstorf, unweit Halberstadt, bei dem Buchhändler Basse zu Quedlinburg über die Urwelt ein Werk drucken läfst, in welchem wir Auskunft über noch manchen merkwürdigen Fund in dortiger Gegend hoffen dürfen *).

Leipzig im August 1817.

J. F. A. Dähne.

*) Möge es nur lauter beglaubigte Nachrichten und zuverlässige Angaben enthalten, und nicht ohne Kenntnifs dessen geschrieben werden, was uns Cuvier u. a. von der sogenannten Urwelt bekannt gemacht haben. *Gilb.*

VII.

Nachrichten

von einem Lager ſogenannter Mammuths-Knochen, welches man zu Canſtatt im Wirtembergiſchen gefunden hat,

und von einigen andern Merkwürdigkeiten um Canſtatt,

von

J. D. G. Memminger, jetzt in Stuttgard *).

1.

Canſtatt gehört mit unter die bedeutendſten Fundorte von Thieren der Vorwelt, und Hr. Cuvier hat über die dort gefundenen foſſilen Knochen mehr als eine belehrende Abhandlung in den Ann. des Muſeums der Naturgeſchichte zu Paris bekannt gemacht. Zahme und wilde, einheimiſche und fremde Thiere, bekannte und unbekannte Gewächſe, aus einer unter-

*) Unter dieſer Ueberſchrift ſtelle ich in einem freien Auszuge aus dem geſchätzten Morgenblatt zwei Berichte zuſammen: von dem ſchon ein Jahrhundert alten *erſten* Funde, wie er in dem Werke des Herrn Memminger „Canſtatt und ſeine Umgebungen, Stuttgad 1812“ geſchildert iſt; und von dem erſt vor kurzem gemachten *zweiten* Funde, der durch dieſe Zuſammenſtellung mit dem, was ſich zu Tiede ergeben hat, noch an Intereſſe gewinnt. *Gilb.*

gegangenen Welt liegen bei Canstatt begraben; vorzüglich aber findet man Elephantenzähne. Der Hauptfundort dieser Denkmäler der Vorwelt ist ein Hügel, der *Seelberg* genannt, der nur einige hundert Schritte von der Stadt entfernt ist. Die Knochen liegen hier mehr oder weniger tief in zartem, gelblichem Lehm, der in einem Kessel von Tuffstein und Kieselbreccie eingeschwemmt ist. Den grösten Fund hat man Anfangs vorigen Jahrhunderts gemacht. Auf die Anzeige eines Soldaten, er habe auf dem Felde einige ungewöhnliche Knochen bemerkt, liefs der damalige Herzog von Wirtemberg Eberhard Ludwig mehrere Monate lang dort nachgraben. Man förderte eine Menge bekannter und unbekannter Knochen zu Tage, und darunter allein 60 grofse Elephanten-Zähne (Stofszähne), von denen manche 10 bis 13 Fufs lang waren. Ein Theil der letztern ist lange in der Canstatter Apotheke unter dem Namen *Einhorn*, als officieller Artikel aufbewahrt worden; ein anderer Theil ist noch jetzt in dem königl. Naturalien-Kabinette zu Stuttgard zu sehen. Ganze Skelette fand man nicht. Die Knochen und Zähne lagen bunt durcheinander; die Zähne waren am zahlreichsten, aus dem natürlichen Grunde, weil sie dem Zerfallen am längsten widerstehen.

Der damalige Leibmedicus Reifel zu Stuttgard hat über den ganzen Fund einen Bericht abgestattet, den er der gelehrten Welt übergab zu „*hochvernünftigem Gutachten*: ob die vorgefunde-

nen Stücke nur ein Spiel und Werk der Natur in der Erde gewachsen, oder aber von lebendigen Thieren in Mutterleibe geboren seyen.“ Dieses scheint uns jetzt lächerlich: aber gerade so wie Reisel, urtheilte einst Theophrast, von welchem Plinius sagt: *Theophrastus auctor est, ossa e terra nasci, invenirique lapides osseos.* Unter dem Volke galten diese Knochen von je her für *Riesengebeine*, und im vorletzten Jahrhunderte zeigte sogar ein Barbier für Geld ein Skelett, das er aus solchen ausgegrabenen Elephanten-Knochen zusammengesetzt hatte, als das des cimbrischen von Marius überwundenen Königs Teutobochus, über dessen vorgebliches 30 Fuss langes Grab ein mit ihm in Verbindung stehender Jesuit eine Flugschrift schrieb.

Herr Cuvier hat über diese ältern canstatter fossilen Knochen folgende Aufschlüsse gegeben. Der gröste Theil derselben rührt von Elephanten her, aber weder von dem afrikanischen, noch (wie man früher aus dem Bau der Zähne schliessen wollte) von dem asiatischen, sondern dieser Elephant machte ein eigenes, von beiden völlig verschiedenes Geschlecht aus, welches in Rufsland so häufig in fossilem Zustande vorkömmt, und wozu selbst die in Amerika gefundenen Elephanten-Knochen gehören, nämlich das Geschlecht des *Mammuth*, welches durch die neuesten Entdeckungen wieder so berühmt geworden ist. Von den jetzt lebenden Elephanten-Geschlechtern ist dieses Mammuth eben so verschieden, als z. B. das Pferd von dem

Esel, oder der Wolf von dem Fuchse. — Unter den Canstatter Knochen finden sich ausserdem noch Ueberreste von noch vielen andern Thieren, wilden sowohl als zahmen, namentlich von dem *Rhinoceros*, der *Hyäne*, dem *Wolfe*, *Pferde*, *Hirsche*, *Hasen* und andern Nagethieren, von welchen mehrere, insbesondere aber das Rhinoceros und die Hyäne, eben so sehr von den uns bekannten Gattungen verschieden sind, als der Elephant der Vorwelt von dem jetzigen Elephanten. Alle diese Gattungen sind nicht mehr auf unserm Erdboden vorhanden und wir stossen also hier auf eine ganz untergegangne Schöpfung; eine Beobachtung, die sich auch durch andere Untersuchungen vollkommen bestätigt *). — Herr Cuvier macht es sehr wahrscheinlich, dass diese Thiere bei uns gelebt haben.

Von einer auffallenden Revolution zeugen auch noch andere Erscheinungen in unserer Gegend. Bei Canstatt steht z. B. eine mächtige *Tuffstein*-Wand, in welcher sich eine Menge regelmässiger *Höhlungen* von ½ bis 2½ Fuss Durchmesser und von einer solchen Tiefe finden, dass man in manche eine 30 bis 40 Fuss lange Stange hineinschieben kann, ohne ihr Ende zu erreichen. Sie sind höchst wahrscheinlich die Schalen incrustirter und mit der Zeit

*) Die Resultate, welche Herr Cuvier aus seinen Untersuchungen fossiler Knochen gezogen hat, habe ich meinen Lesern in diesen Annalen Jahrg. 1816 Februarstück (oder B. 52. S. 117. f.) vorgelegt; sie verdienen bei diesen Aufsätzen nachgesehen zu werden. *Gilbert.*

vermoderter *Palmbäume;* denn sie laufen schnurgerade fort, ohne Nebenäste zu machen, und sind in allen Theilen dieser Vermuthung so entsprechend beschaffen, dafs die einsichtsvollsten Naturforscher sie für die Höhlen von Palmbäumen erklärt haben. Alle diese Höhlungen haben eine horizontale Richtung; einige befinden sich nur 3 bis 4, andere 15 Fufs tief unter der Oberfläche des Bodens, und so bilden sie zwei ziemlich gleiche Hauptlagen.

Eine andere merkwürdige Erscheinung sind die Abdrücke von Pflanzen, welche sich in einem grofsen Theile des Sandsteins bei Canstatt, besonders in den feinkörnigen weichen Theilen desselben finden. Diese Pflanzen gehörten entweder in das Geschlecht der *Palmen*, oder waren grofse *Schilfarten.* Ganze Massen des Steins sind von solchen Abdrücken durchsetzt, die häufig eine Steinkohlenartige Oberfläche haben. Man findet Stämme von ½ bis 5 Zoll Durchmesser, welche alle 3 bis 4 Zoll gegliedert sind, wie der Mais. Die Stämme sind etwas breit gedrückt und der Länge nach gestreift *).

Wir treffen also auf dem Canstatter Boden nicht nur die Ueberreste merkwürdiger und uns

*) Also wahrscheinlich dieselben Pflanzenarten, die sich versteinert in der Grauwacke und dem Grauwackenschiefer des Harzes finden, von welchen Herr D. Jordan in Klausthal schon vor zehn Jahren eine Menge Zeichnungen verfertigt hatte, die er zu einer Monographie über diese noch wenig bekannte Art von Versteinerungen bestimmte. *Gilb.*

ganz fremder *Thiergeſchlechter*, ſondern auch einer bei uns nie geſehenen *Vegetation* an.

2.

Herr Memminger ſah bei einem der Spatziergänge, die er während ſeines langen Aufenthalts in Canſtadt nach dem benachbarten Hügel zu machen pflegte, aus welchem die Einwohner Lehm holen, und der mancherlei Ueberreſte einer untergegangenen Thierwelt verſchlieſst, im Oktober vorigen Jahres (1816) an einer friſch aufgegrabenen Stelle in der Lehmgrube, Spuren von Zähnen und Knochen, und als er hier nachgraben lieſs, wurden in wenigen Stunden 21 Zähne und eine Menge Knochen zu Tage gebracht. Dieſer Fund veranlaſste den vor kurzem geſtorbenen König Friedrich von Wirtemberg, hier öffentliche Nachgrabungen zu verfügen. Bei dieſen ſtieſs man ſchon am zweiten Tage auf ein Lager von nicht weniger als 13 *Stoſszähnen*, welche auf einem kleinen Raum wie durch Kunſt in einander geſchoben und mit einigen *Backzähnen* vermengt da lagen. Der König begab ſich ſelbſt auf die Stelle *), ſah und ſtaunte, und gab Befehl, das ganze Lager (die Knochen und den ſie verbindenden Lehm) auszuheben, und eine genaue Zeichnung davon zu entwerfen.

*) Eine Erkältung, welche er ſich hier zuzog, war Urſach ſeines wenige Tage darauf erfolgenden Todes.

Der gröfste dieſer Stoſszähne hatte eine Länge von 8 Fuſs und an ſeinem dicken Ende einen Durchmeſſer von 1 Fuſs, und alſo einen Umfang von mehr als 3 Fuſs; und doch waren beim Ausgraben beträchtliche Stücke von beiden Enden verloren gegangen, beſonders der ganze hohle Theil am dikkern Ende. Der ganze Zahn muſs daher eine Länge von 14 bis 15 Fuſs, und am untern Ende einen weit gröſsern Durchmeſſer als jetzt gehabt haben. Es gelang, die ganze Maſſe ohne weitere Beſchädigung auszuheben; es hatten 6 Pferde daran zu ziehen. Das königliche Naturalien-Kabinet in Stuttgard beſitzt darin eine Merkwürdigkeit, die einzig in ihrer Art iſt. — Man fand auſser dieſem Hauptſchatze noch eine Menge andere ſogenannte *Elephanten-* oder *Mammuths-Zähne* zerſtreut umher, ſowohl Stoſszähne von verſchiedenen Gröſsen, doch keinen ganz, als beſonders auch eine groſse Zahl von *Backzähnen*, von Gröſsen, wie ſie zu Kinnbacken von etwa 2 Zoll, bis über 1 Fuſs Breite gehörten, oder von dem Gewichte von einigen Lothen bis zu dem von 12 Pfund; ja es ſind ſelbſt einige gefunden worden, die doppelt ſo ſchwer ſeyn mochten. Es iſt zu bedauern, daſs die Nachgrabung nicht unter den Augen und der beſtändigen Aufſicht eines Naturforſchers geſchah, der alles gleichſam protokollariſch aufgenommen hätten; Kielmeyer und Jäger ſind indeſs noch von dem König ſelbſt auf den Platz berufen worden.

Ein Mammuth, das man vor einigen Jahren an

den Küſten des nördlichen Eismeers mit Haut und Haaren eingefroren fand, hatte zwei 9 Fuſs lange Stoſszähne, die beide zuſammen 10 Puds oder 400 Pfund wogen. In der Kirche zu Schwäbiſch-Hall hängt ein Zahn eines ſolchen Thiers, der 500, nach andern ſelbſt über 600 Pfund wiegen ſoll, und doch kleiner als der gröſste unter den hier gefundenen iſt. Dieſer dürfte daher in ſeiner ganzen Vollkommenheit über 600 Pfund gewogen haben, und gehört zu den koloſſalſten, die man kennt. Dem Hofrath Adams, welchem man die Verſetzung des am Eismeer gefundenen Thiers nach Petersburg verdankt, iſt auf ſeinen Reiſen durch Sibirien, wo man dieſe Zähne noch in ſolcher Menge findet, daſs ſie einen Gegenſtand des Handels ausmachen, kein gröſserer zu Geſicht gekommen, als von 15 Fuſs Länge, welches die Gröſse des unſrigen iſt.

In dem Klima von Sibirien haben ſich dieſe Zähne ſo gut erhalten, daſs ſie wie das Elfenbein von den noch lebenden Elephanten verarbeitet, und in dem gröſsten Theil von Europa als wirkliche Elephanten-Zähne gekauft werden; ja ſie übertreffen nach der Erfahrung der ruſſiſchen Drechsler das gewöhnliche Elfenbein an Schwere und an Feſtigkeit. Ganz ſo friſch ſind die Canſtätter nicht, zeigen aber doch noch das reinſte und ſchönſte Bein und ihre ganze kreis- und ſtrahlenförmige Bildung, und unterſcheiden ſich zum Theil von dem wirklichen Elfenbein nur durch geringere Feſtigkeit. Be-

ſonders gut erhalten waren die *Backenzähne;* mehrere wurden noch mit allen Wurzeln, ja einige ſogar in dem Kiefer liegend gefunden, indeſs die früher gefundenen, alle weit mehr angegriffen waren. Ohne Zweifel rührt dieſes theils von ihrer tiefern Lage, theils von der günſtigern Beſchaffenheit des Bodens her. Noch muſs ich bemerken, daſs die Stoſszähne von ziemlich verſchiedener Form waren, und ſich im Allgemeinen von der bekannten Geſtalt der wirklichen Elephanten-Zähne deſto mehr entfernten, je gröſser und ausgebildeter ſie waren, indem ſie eine mehr als einfache und hornartige Krümmung hatten. Die beſonders ſtarke Krümmung einiger erinnert an die im nördlichen Ruſsland gemachten Beobachtungen, wo Adams Exemplare fand, die ſogar zwei Drittheile eines Kreiſes beſchrieben.

Neben dieſen Mammuths-Zähnen fand man auch einige wenige einzelne *Knochen*, welche dieſem Thiere angehört zu haben ſcheinen, und mehrere andere Zähne und Knochen, z. B. eine Art von *Pferde-* und *Hirſch-Zähnen*, von denen man früher auch ſchon einige entdeckt hatte. Dieſes war nicht der Fall (wenigſtens nicht in derſelben Grube) mit den *Rhinoceros-Zähnen*, die dieſes Mal ſehr häufig zum Vorſchein kamen. Auch fand man Zähne, welche man für *Bären-Zähne* zu halten berechtigt iſt, und einen Zahn, der nach den angeſtellten Unterſuchungen höchſt wahrſcheinlich einem *Tapir* angehörte. Mehrere Zähne, wenigſtens einer derſelben, gehör-

to einem völlig fleischfressenden Thier an. Fast alle eigentliche Knochen, von sehr verschiedener Art, Gröfse und Beschaffenheit, sind noch unbekannt und erwarten erst eine genauere Untersuchung.

Der Boden, in welchem alles dieses gefunden wurde, ist ein röthlicher Lehmboden; der Ort, ein ungefähr 600 Schritt von der Stadt entfernter Hügel, der sogenannte *Seelberg*, in welchem man schon früher ähnliche Entdeckungen, und ohne Zweifel auch den grofsen Fund gemacht hat, der zu Anfang des vorigen Jahrhunderts allein über 60 Stofszähne gewährte. Die fossilen Zähne und Knochen finden sich hier 4 bis 20 Fufs unter der ursprünglichen Oberfläche des Hügels. Alles liegt bunt durch einander, Zähne und Knochen, Sandsteine, Tuffsteine und Kiesel, von der verschiedensten Art. Unter den Steinen befinden sich manche, deren ursprüngliche Substanz man für Knochen halten möchte, die, wie die Holzsteine, nach und nach von der Steinmasse durchdrungen wurden. Die meisten Mammuths-Backenzähne, und sehr viele Knochen sind mit einer dünnen aber harten Lehmkruste umgeben, die sich ohne Beschädigung des Zahns auf keine Weise ablösen läfst. Die Roll- oder Klappersteine, verhärtete kugel- und nierenartige inwendig hohle Lehmklumpen, die auf andern Stellen der Grube sehr häufig vorkommen, fand man bei dieser Ausgrabung nur sehr selten. Für die Erklärung der Bildung jener Kruste, und vielleicht auch dieser Kugeln, hält Herr Mem-

minger die Erfahrung für nicht unwichtig, welche er nach dem Reinigen seiner Hände in einem vorbeifliefsenden Bache machte, nachdem er mehrere Mammuthszähne zusammengelesen hatte, dafs nämlich sein Schnupftuch, woran er sich abgetrocknet hatte, fleckige Stellen zeigte, die sich feucht erhielten, und nach 8 Tagen alle durchlöchert und zerfressen waren, welches er für eine Anzeige einer koncentrirten Säure hält.

Alle hier gefundenen fossilen Knochen und Zähne waren verhältnifsmäfsig bei weitem gröfser als die von den noch lebenden ähnlichen Thieren; und zwar nicht blos die des Mammuths, sondern auch die Pferde-, Rhinoceros- und Hirsch-Zähne Besonders sind die Pferdezähne so viel gröfser als die Zähne unserer Pferde, dafs sie für unsere Pferderacen durchaus nicht mehr passen, und dafs ein einsichtsvoller Naturforscher sie eher für die Zähne von einem Flufspferde, als von einer unsern Pferden ähnlichen Art halten wollte. Es liegen hier also die Ueberreste einer ganz verschwundenen, die Maafse der gegenwärtigen Gattungen und Arten bei weitem überschreitenden Thierwelt begraben; einer Thierwelt, welche ungefähr in demselben Verhältnisse der Masse zu der jetzigen stehen mochte, in welchem die Urgebirge zu den neuern Gebirgen stehen. (!!)

Wie nun aber diese merkwürdigen Zeugen einer Vorzeit, wie Elephanten, Rhinocerosse, Tapire und andere Thiere, deren jetzige Geschlechter

unserm Boden ganz fremd sind, hierher gekommen seyn mögen, — darüber läßt sich für jetzt nicht viel mehr sagen, als daß es aus vielen Gründen mehr als wahrscheinlich ist, daß sie einst in unsern Gegenden gelebt haben, und daß sie erst durch ein schauerliches Naturereigniß, höchst wahrscheinlich durch eine furchtbare Ueberschwemmung, aus derselben verschwunden sind. Daß sie aber an den Stellen, wo man jetzt ihre Ueberreste findet, und namentlich in unserer Lehmgrube, nicht in ihrem ersten Grabe liegen, sondern wahrscheinlich schon vor der Fluth, welche sie hier absetzte, in einer frühern, sey es totalen oder theilweisen Revolution auf unserm Planeten ihren Tod gefunden haben, beweist die Unordnung, in welcher man ihre Ueberreste findet, beweist vornämlich der Umstand, daß man selbst die einzelnen Theile häufig beschädigt, zerbrochen und zertrümmert antrifft. Diese frühere Revolution braucht nicht gerade in einer Veränderung des Klima bestanden zu haben, wie man um der Art der Thiere willen, annehmen zu müssen glauben könnte; gerade dasjenige dieser fossilen Thiere, dessen analoge Art jetzt am meisten des Südens zu seiner Erhaltung bedarf, das Mammuth oder der fossile Elephant, (der übrigens mit dem fossilen Thiere am Ohio, dem sogenannten fleischfressenden Elephanten nicht zu verwechseln ist), könnte sich, vermöge seiner Beschaffenheit, ganz gut auch für den Norden eigenen, und scheint selbst, nach den langen und dicken Haaren zu ur-

theilen, mit welchen Adams es bedeckt fand, von der Natur für denselben bestimmt gewesen zu seyn.

Ueberdies kennen wir auch jetzt noch Thiergattungen, von denen eine Art blos im Süden lebt, eine andere bis an den äussersten Norden verbreitet ist. Dass aber manche der vorgefundenen Ueberreste aus ziemlich entfernten Gegenden und aus sehr verschiedenen Zeiten herstammen, darauf deuten die gewaltsamen Beschädigungen, welche sie erlitten haben, die kieselförmige Abrundung, die man bei einzelnen wahrnimmt, und die grosse Verschiedenartigkeit derselben.

Zu welcher Zeit die Revolution erfolgte, welche diesen Thieren ihren Untergang brachte, wer vermag das zu bestimmen? So viel scheint jedoch ausgemacht, dass sie weit über unsere Geschichte hinaufreicht. Es war viel Streit darüber, ob die 13 Stosszähne, nicht durch Menschenhände zusammengelegt worden seyn? Wie unwahrscheinlich aber diese Meinung ist, geht aus mehreren Umständen hervor. Zwar ist nicht zu läugnen, dass, so wie sie da liegen, nachdem sie rund um von aller Umgebung befreit, und wie auf ein Fussgestell hingesetzt sind, allerdings der Gedanke sehr leicht entstehet, das ist nicht natürlich, das ist absichtlich so zusammengefügt; auch zog sich in einiger Entfernung um diese Zähne her ein dünnes, doch ganz deutliches Lager Kohlen, welches um so merkwürdiger ist, da es fast durchaus horizontal liegt.

Dagegen aber befand sich das Lager der 13 Stoßzähne wenigstens 15 Fuß tief unter der ursprünglichen Oberfläche des Hügels, und daß Menschen sie in irgend einer Absicht in eine solche Tiefe vergraben haben sollten, ist schwer anzunehmen. Der Lehm, in welchem sie lagen, war ferner ein nach allen Anzeigen noch unberührter (angewachsener) Boden, der sich von demjenigen, der schon ein Mal durchgraben worden, sowohl durch Farbe als Festigkeit ganz deutlich unterscheidet. Endlich waren die Kohlen nichts weniger als vegetabilische, sondern, wie die Versuche mit ihnen lehrten, durchgängig thierische Kohlen; Knochen, welche, wie es sehr wahrscheinlich ist, auf chemischem Wege verkohlt wurden. Selbst Holzkohlen würden indeß nichts für Feuer und für Menschenhände bewiesen haben, da auch das Holz auf anderm, als dem gewöhnlichen Wege, sich ohne Zuthun der Menschen verkohlen kann. Und daß die Knochen nicht durch Feuer, sondern durch chemische Einwirkung in einen kohlenähnlichen Zustand versetzt wurden, wird dadurch bewiesen, daß die Stoßzähne von Innen, zwischen den Fugen, in denselben Zustand versetzt, und mehrere Backzähne zwischen den Lamellen und sogar in der festen Substanz schwärzlich angelaufen waren. Die horizontale Lage des Kohlenlagers rührt ohne Zweifel blos daher, daß gewisse, zur Verkohlung besonders geeignete Knochentheile, sich während der Anschwemmung in gleicher Höhe hielten, wegen ihres gleichen spe-

cifiſchen Gewichts, während andere von gröſserm ſpecifiſchen Gewichte, oder weil ſie früher oder ſpäter an dem Orte ihrer Niederlage ankamen, mehr oder weniger tief zu liegen kamen. Zu dem Allen kommt noch, daſs das Hauptlager durchaus nicht iſolirt war, ſondern daſs ſich rundum, und ſelbſt über und unter demſelben, eine Menge Knochen und Zähne, und ſelbſt noch mehrere Backenzähne gefunden haben, und daſs überhaupt dieſe Ueberreſte auf eine ſehr groſse Entfernung in der Grube verbreitet ſind. Es iſt daher nicht an Menſchenhände, nicht an eine abſichtliche Zuſammenlegung und Verbrennung zu denken, und am allerwenigſten läſst ſich hier an die Römer denken, obgleich dieſe höchſt wahrſcheinlich auf dem Hügel ein Kaſtell hatten. Denn dieſes gewerkſame Volk würde lieber die Zähne ſo gut als möglich benutzt, als verbrannt und vergraben haben. Das merkwürdige Neſt hat keinen künſtlichen Urſprung, ſondern iſt durch Anziehungskraft oder etwa durch einen in dem Keſſel, worin die Zähne eingeſchwemmt wurden, durch die Lokalität leicht erklärbaren Wirbel entſtanden. Ueberhaupt iſt dieſes ſonderbare Beiſammenliegen nicht neu, oder einzig in ſeiner Art. In Ruſsland, wo dieſe Zähne und Knochen ſehr häufig ſind, fand man es eben ſo, und in dem Eismeer befinden ſich ſogar ganze Inſeln von aufgeſchwemmten Knochen.

Noch weit wichtiger iſt die Thatſache, daſs dieſe Ueberreſte, ſo weit man ſie kennt, von Thieren

herrühren, von welchen man jetzt auf unserm Erdboden keine Spur mehr findet. Cuvier rechnet uns in seinem neuern Werke über diesen Gegenstand nicht weniger als 78 Arten von fossilen vierfüfsigen Thieren vor. Von diesen sind 49 jetzt ganz unbekannt, 22 gehören zu 7 völlig neuen Gattungen, und 27 zu zwar noch vorhandenen Gattungen, aber zu neuen von den jetzt lebenden ganz verschiedenen Arten; und was besonders merkwürdig ist, die mehrsten dieser Thiere waren nach einem Maafsstabe gebildet, den die Natur in der Folge ganz aufgegeben zu haben scheint *). Wie unser Planet selbst in seiner Bildung von dem Rohen anfing, und nach und nach verschiedene Entwickelungsstufen durchlief, so scheint auch die organische Welt, besonders die Thierwelt, von rohen Anfängen begonnen, und von Stufe zu Stufe sich vervollkommnet zu haben, (!!) bis endlich der Mensch als das letzte und höchste Glied in der Reihe der Schöpfung dastand. Auf welche Art diese allmählige Ausbildung erfolgte, ob durch stufenweise Steigerung, oder durch völlig neue Versuche, mit jedesmaliger Vernichtung der Alten; ob durch theilweise Veränderungen, oder gänzliche Umwälzungen unsers Erdkörpers; ob also die jetzigen Geschlechter neben den Kolossen der Vorwelt bestanden, oder ob sie aus diesen nach mancherlei Wechsel hervorgingen, oder für diese in Folge einer neuen Schöpfung

*) Siehe diese *Annalen* Jahrg. 1816 St. 2. oder B. 52. S. 144.

eintraten; ob z. B. das Mammuth völlig unterging, und der Elephant das Werk einer ganz neuen Schöpfung war, oder ob die Mammuthe theilweise vernichtet wurden, und der Reſt in fremde Himmelsgegenden verſchlagen, dort nachund nach zu den jetzigen Elephanten ſich ausbildete; ob nicht vielleicht ſelbſt dem Menſchen ein analoges Weſen voranging? — wer getrauete ſich auch nur über eine dieſer Fragen abzuſprechen!

Nachtrag *).

Canſtatt den 27. Februar 1817.

Die im vorigen Spätjahr hier entdeckten Knochen und Zähne, Ueberreſte einer dunkeln Vorzeit, bewirkten, daſs der verdiente Naturforſcher, Staatsrath von *Kielmeyer*, nach Stuttgard, alſo in unſere Nähe berufen wurde. Die Entdeckung eines *Römiſchen Begräbniſsplatzes* auf Canſtätter Boden verdient auch noch einer kurzen Erwähnung. Auf dem Altenburger Felde, ſüdweſtlich von der Stadt, wurde zufällig ein Acker tiefer gegraben, als gewöhnlich; dabei ſtieſs man auf Stellen von ſchwarzem Grunde, und entdeckte in dieſen nach und nach folgende Stücke: 1) Gröſsere und kleinere *Krüge von Thon*, alle von einerlei Geſtalt, beinahe kugelförmig, mit Handhaben und ſehr enger Oeffnung; eine Schale und einen kleinen ſchwärzlichen Topf. 2) *Thönerne Lampen* von verſchiedener Farbe, weiſs, roth und ſchwarz; auf einer derſelben befindet ſich noch der letzte Buchſtabe *S* von dem Stempel oder Namen des Verfertigers. 3) *Gebeine* von Erwachſenen, von Kindern und von Thieren, manche noch ganz, manche halb vermodert, die meiſten mit

*) Kurz ausgezogen aus derſelben Quelle.

ſichtbaren Spuren einer Verbrennung. 4) Eine groſse, beim Ausgraben leider zu Grunde gegangene *gläſerne Flaſche*, und einen zuſammengeſchmolzenen *Glasklumpen*, der, wie es ſcheint, ebenfalls ein Lämpchen bildete; und mehrere Scherben von einer feinen Art von Gefäſsen, mehrere noch mit dem Namen und Zeichen des Töpfers bezeichnet. Endlich 5) Nägel, Stücke Eiſen und zwei Münzen, die eine von Hadrian, die andere vom römiſchen Senate und Volke auf Trajan geſchlagen. Alles dieſes fand ſich in den genannten ſchwarzen Stellen, und zwar ſo, daſs immer eine oder zwei Lampen und mehr oder weniger Gebeine beiſammen waren. Die ſchwarzen Stellen aber ſelbſt, die ſich partieenweiſe in beſtimmten Entfernungen wiederholten, enthielten eine Menge von Kohlen, verkohlter Maſſe und Aſche (Aſche und verbrannte Gebeine fanden ſich auch in einigen Urnen), und hatten daher auch ihre ſchwarze Farbe.

Etwas näher gegen die Stadt zu, wo einſt wahrſcheinlich die Hauptniederlaſſung der Römer um Canſtatt war, fand man zu gleicher Zeit *Baureſte* und *Grundmauern*, welche die Grundlage von ſehr anſehnlichen Gebäuden ausmachten, auf eine noch nicht ausgemittelte Entfernung fort. Sie ſtehen in Verbindung mit andern in der Gegend ſchon früher ausgegrabenen Mauerreſten, Säulen, Straſsen, und beweiſen immer mehr die erſtaunend groſse Ausdehnung der Anſiedlung oder Stadt, die ſich einſt hier befand. Eine Menge Ziegeln, die man in ihrer Nachbarſchaft fand, haben die den römiſchen Ziegeln eigene Form; auch fand ſich eine nicht geringe Menge von zertrümmerten *thönernen Gefäſsen*, von der feinen rothen Gattung, die ſich durch geſchmackvolle Form als ſchöne Verzierung auszeichnen; ferner Handhaben, Mündungen und Scherben von ganz coloſſalen Gefäſsen gröberer Art; endlich auch noch ein bronzener, einen bekränzten Silen vorſtellender Kopf, nebſt einigen andern unbedeutenden Bronzeſtücken, und wieder einige, jedoch verdorbene römiſche Münzen. Für den römiſchen Urſprung aller dieſer Gegenſtände ſprechen, Form, Beſchaffenheit, und der auf mehrern

Gefäßen stehende Name und Stempel des Töpfers, besonders deutlich: *Auftus*, *Regens*, *Aventinus*.

Der größte Werth dieser Entdeckung beruht indeß auf einem andern, dem Anscheine nach unbedeutenden Umstand. Auf einem frisch umgegrabenen Acker fand sich nämlich eine Stelle von ganz rother, von dem übrigen Boden völlig verschiedener, bolusartiger Erde, und der erste Gedanke, der sich dabei aufdringen mußte, war: dies könnte vielleicht noch von der Erde seyn, aus welcher die Römer ihre bewunderten Gefäße verfertigten; es könnte vielleicht hier gar noch die *Grube eines römischen Töpfers* seyn. Diese Vermuthung fand sich denn auch bei genauerer Untersuchung der Umstände nicht nur durch die Beschaffenheit der Erde selbst, und durch ihr gänzliches Nicht-Vorkommen in der Gegend, sondern auch insbesondere noch durch den Umstand bestätigt, daß sich in ihrer Nachbarschaft neben einer ungewöhnlichen Menge von Scherben aller Art, sehr häufig Schlacken fanden, die sich wahrscheinlich in dem Töpferofen erzeugt hatten. Bewährt sich diese Ansicht, so ist eine Frage gelöst, welche die Alterthumsforscher schon so oft und viel beschäftigte, die Frage nämlich: ob diese Geschirre von den Römern in unserer Gegend verfertigt, oder aus der Ferne hergebracht wurden? und wir haben zugleich damit einen Beweis von der häuslichen und steten Niederlassung der Römer auf unsern Boden.

Canstatt im Mai 1817.

Die weitere Verfolgung der aufgefundenen römischen Alterthümer hat eine neue nicht unerhebliche Ausbeute besonders an römischen *Münzen* gebracht. Die Nachgrabungen beschränkten sich aber meist nur auf 3 bis 4 Fuß Tiefe, indeß bei Mainz der römische Boden fast überall 8 Fuß, und selbst in ganz flachen Gegenden wenigstens 6 Fuß tief unter dem gegenwärtigen liegt. Auch konnte aus Schonung für den Feldbau nicht frei verfahren werden, daher hier noch manches zu vermuthen ist.

Auf einer Wiese unweit des besuchten *Sulzerain-Brunnens* drang in diesem Frühjahr plötzlich eine ganz *neue*, außerordentlich starke *Mineral-Quelle* hervor, ohne daß jener Quell und ein anderer in der Nähe gelegener an Stärke abgenommen haben. Die Oeffnung des neuen Quells ist ungefähr von Mannsdicke, wahrscheinlich bildet sie sich aber bald einen großen Kessel. Man hatte schon seit 3 Jahren Spuren derselben bemerkt, und im vorigen Jahre trug der Gutsbesitzer einen Hügel von Erde und Steinen hier auf, um sie zurück zu halten. In diesem Jahre durchbrach aber die Quelle plötzlich Damm und Hügel, und sprang hoch über denselben in die Höhe. Gehalt und Temperatur des Wassers sind die des benachbarten Brunnens, und die Menge desselben ist so groß, daß er allein eine große Badeanstalt versehen könnte.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1817, ZWÖLFTES STÜCK.

I.

Ueber periodiſche Wiederkehr von Gewittern, und über den ſehr kalten und auſserordentlich trockenen Wind, den man nach Hagelſchauern mehrere Stunden lang bemerkt.

Ein Brief vom Grafen Alexander Volta an den Prof. Configliachi. *)

Ich theile Ihnen hier einige Beobachtungen und Gedanken über electriſche Meteorologie mit,

*) Aus dem *Giornale di Fiſica, Chimica, Storia naturale, Medicina ed Arti de Profeſſori Brugnatelli, Brunaci e Configliachi* t. 10. 1817 überſetzt von dem Profeſſor Brandes in Breslau. Dieſer Brief (bemerkt Herr Configliachi) läſst ſich als eine Fortſetzung der zehn Abhandlungen Volta's über electriſche Meteorologie anſehen, nämlich der 9. Briefe an Lichtenberg, in Brugnatelli's *Biblio-*

die sich mir seit meiner anhaltenden Beschäftigung mit diesem anziehenden Theile der Naturlehre, der noch manche reiche Ernte verspricht, dargeboten haben. Wenn Sie die Ferien in dem Schatten Ihres anmuthigen *Succota* am Ufer unsers Comer Sees hinbringen, wo Sie mein Nachfolger in der Professur, nun auch mein Nachbar geworden sind, werden Sie besser als jeder andere das, was ich hier Ihnen mittheile, beobachten und bestätigen können.

Ich habe in meinen vorigen Abhandlungen von einigen Umständen bei Gewittern gehandelt, und mich insbesondere beschäftigt mit der Bildung und dem Schweben bleiben des Hagels in der Luft während der ganzen Zeit, die nöthig ist, den Hagelkörnern eine oft so erhebliche Gröfse zu geben. Es ist meine Absicht, Sie jetzt von einigen andern Umständen und von Wirkungen, welche sol-

teca fisica d'Europa [die 7 ersten, von Volta in dem Jahr 1787 geschriebenen sind, unter dem Titel: Volta's meteorologische Briefe, nebst einer Beschreibung seines Eudiometers, 1. Th., Leipz. 1793 übersetzt erschienen, die beiden andern aber, und die Beschreibung des Eudiometers, die Th. 2. ausmachen sollten, so viel ich weifs, unübersetzt G.], und besonders der 10ten Abhandlung: über die Bildung des Hagels, (an deren Schlufs Volta die gegenwärtige Abhandlung ankündigte, und welche aus dem ersten Bande der *Memorie dell' Instituto nationale Italiano*, Bologn. 1806, in dem Jahrgang 1808 des *Giornale di Fisica, Chimica* etc. abgedruckt worden ist, und sich ins Deutsche übersetzt, vom Herrn Direktor Prechtl in Wien, in Gehlen's Journ. f. Chem. u. Phys. B. 7. S. 67. findet. G.)

che Ungewitter begleiten, zu unterhalten, vorzüglich von einer Erscheinung, die mir Veranlassung geben wird, manche neue Ideen zu entwickeln.

Diese, in der That auffallende, Erscheinung ist eine gewisse tägliche und örtliche Periode in der Wiederkehr gleicher Gewitter. Man bemerkt nämlich eine Neigung der Gewitter, viele Tage hinter einander um dieselbe Stunde, und, was noch mehr ist, genau an demselben Orte wieder zu erscheinen, wo man sie am ersten Tage beobachtete. Um sich von diesen Perioden und von diesem Halten der Gewitter an diesem oder jenem Orte, in einem gewissen Thale, oder in einer Bergschlucht zu überzeugen, muss man durchaus ein bergiges Land in der Nähe von Seen bewohnen, wie das Land beschaffen ist, wo ich meistens den Sommer zubringe, wo die Gewitter im ganzen Laufe des Frühlings und Sommers häufig sind, und im Juni und einem Theile des Juli fast täglich eintreten; man muss mit einem Worte Como, oder die Ufer des Comersees, oder des Lago Maggiore bewohnen, oder sich in der Gegend von Lario oder Verbano, Varese, Lugano, Lecco, bei dem Berge Brianza, Bergamo u. s. w. aufhalten.

Gesetzt, es habe sich gestern gerade um Mittag in dem Grunde eines gewissen Thals oder in einer Schlucht, ein Gewitter erhoben, und es sey mit oder ohne Regenguss verschwunden, so dass es Abends wieder schön heiter war und auch heute früh so blieb; so darf man, trotz dieses schönen An-

ſcheins, um dieſelbe Mittagsſtunde oder etwas ſpäter wieder dunkle Wölkchen, von deutlich gewitterhafter Beſchaffenheit erwarten, die ſich in eben dem Thale oder eben der Kluft bilden, und nun, entweder darin bleibend oder daraus hervorgehend, ein Gewitter, ſo wie geſtern bringen werden. Daſſelbe wird faſt eben ſo morgen und die folgenden Tage eintreffen; immer werden die Gewitterwolken um dieſelbe Stunde entſtehen, und werden in jenem beſtimmten Thale, mehr als in andern, ihren Sitz haben; und dies ſo lange, bis etwa ein entſtehender Wind oder ſonſt eine merkliche Aenderung in der Atmoſphäre dieſe Dispoſition zu wiederholten Gewittern, worauf ſie auch beruhen möge, ſtört.

Dieſe Dispoſition iſt aber nicht etwa auf die Art örtlich, daſs ein gewiſſes Thal oder eine Bergkluft *an ſich* geſchickter wäre, den Gewittern Entſtehung und Dauer zu geben; ſondern es wird vielleicht nach wenigen Tagen, wenn eine ähnliche periodiſche Gewitterbildung eintritt, nicht mehr dieſes Thal, ſondern ein anderes (vielleicht ihm benachbartes, vielleicht auch entgegengeſetzt liegendes), die Wiege und der Schauplatz ſeyn, auf welchem andere gewitterhafte Wolken hervortreten. Man darf alſo nicht die Urſache wiederholter Gewitterbildungen an beſtimmten Orten in der allgemeinen örtlichen Beſchaffenheit derſelben, in der Lage der Berge u. ſ. w. ſuchen, vielmehr muſs ſie ihren Grund in einer von dem Gewitter des vorigen Ta-

ges herrührenden Modification der darüber schwebenden Luft haben, welche, selbst nach der wieder eingetretenen Aufheiterung und nach einem ganzen Tage nachher, fortdauert. Wir werden bald sehen, welche Modification das seyn kann.

Ich weiss nicht, ob andere Beobachter eine solche periodische örtliche Wiederkehr der Gewitter in Gegenden, die von Thälern umgeben sind, bemerkt und beschrieben haben; aber anführen muss ich wenigstens, dass ich hier nichts von andern entlehne, sondern alles aus eigenen Beobachtungen hernehme.

Als ich vor nicht gar vielen Jahren anfing, diese Erscheinung zu bemerken, machte sie zuerst nicht den Eindruck auf mich, wie nachher, als ich sie aufmerksamer betrachtete und sie weit constanter fand, als sie mir zuerst erschienen war. Vielmals, aber immer vergebens, quälte ich mich, eine genügende Erklärung für sie zu finden. Ich dachte mir z. B., ein bestimmter Wind oder mehrere Winde an dem bezeichneten Orte könnten jene periodische Wiederkehr bewirken; aber was that ich damit anders, als eine neue, gleichfalls periodische, modificirte Wirkung, als Ursache jener periodischen Gewitter voraussetzen? Ich hätte wieder eine neue Ursache dieser örtlichen, zu so bestimmter Zeit eintretenden Winde auffinden müssen; und es blieb demnach zu erklären übrig, wie sich dieser Wind verhalte und wie er wirke, um aufs neue an dem bestimm-

ten Orte gewitterhafte Wolken zu bilden und zu sammeln.

Erst nachdem ich, (Dank sey es den neuen Entdeckungen über die atmosphärische Electricität!) in dem Besitze reicherer Kenntnisse war, und insbesondere seit ich in den letzten Jahren alle meine Aufmerksamkeit auf die electrische Meteorologie gewendet hatte, und nun aufs neue über jene auffallende und merkwürdige Erscheinung der bestimmten Wiederkehr von Gewittern an den Orten, welche sie einzunehmen angefangen hatten, nachdachte: erst seitdem glaube ich im Stande zu seyn, mich an eine Erklärung derselben wagen zu dürfen.

Wenn nach hergestelltem heiterm Wetter ein Gewitter genau eben da erscheint und hervorgeht, wo es den Tag vorher entstand und seinen vornehmsten Sitz hatte, so müssen wir hieraus schliefsen, dafs das völlig verschwundene und beendigte Gewitter etwas zurückliefs, und eine besondere Beschaffenheit oder Veränderung in der Luftsäule, wo es hauste, übrig liefs; diese Veränderung mufs der Grund, das Erregungsmittel, gleichsam der Keim des neuen Gewitters seyn. Aber worin kann eine solche Veränderung oder Modification bestehen? Nur eine von folgenden zweien kann man sich denken: entweder einen eigenthümlichen und dauernden electrischen Zustand dieser Luftsäule; oder eine erhebliche und gleichfalls dauernde

Aenderung ihrer Temperatur. Ich halte dafür, dafs beides ſtatt findet, und beides zu Hervorbringung der erwähnten Erſcheinung beiträgt.

Für die Aenderung des electriſchen Zuſtandes ſcheinen meine Beobachtungen mit dem atmoſphäriſchen Electroſkop zu ſprechen, indem ich gewöhnlich die Zeichen der Electricität, in der, wenn gleich heitern Luft, beträchtlich ſtärker fand an den Tagen, welche auf Gewitter, die ſenkrecht über, oder gleichſam an dem Orte der Beobachtung geſtanden hatten, folgten. Dennoch will ich dieſe Beobachtungen bei Seite ſetzen, weil ſie noch nicht zahlreich und entſcheidend genug ſind; da bloſse Reflexion hinreicht, uns zu überzeugen, dafs eine verſtärkte Electricität dort ſtatt finden könne. Sie erinnern Sich, dafs ich Sie mündlich und ſchriftlich von der Entdeckung unterhalten habe, welche Herr Trelles gemacht hat, dafs bei groſsen und reichlich ſtrömenden Waſſerfällen eine ſtarke Electricität erregt wird *) und von den Anwendungen, die ſich hiervon auf die electriſche Meteorologie machen laſſen. Es iſt hiernach leicht zu überſehen, dafs die Luftſäule, durch welche ein Gewitterregen herabfiel, electrifirt werden mufste, ſowohl durch die Mittheilung der ſtarken Electricität, die jedem ſolchen Regen eigen iſt, als durch das Hervorbringen neuer Electricität, durch das heftige Herab-

*) Mit ihr beſchäftigt ſich Volta in ſeinem ſiebenten Briefe an Lichtenberg, Meteorol. Briefe S. 225. f. *Gilb.*

ſtürzen des Waſſers; und daſs dann dieſe vom Gewitter und Regen getroffene Luftſäule gar wohl einen ganzen Tag lang, und länger, genug Electricität behalten kann, um die zerſtreueten Dünſte anzuziehen, und ſich mit ihnen zu laden, vorzugsweiſe vor den benachbarten Luftſchichten, in denen ſich nur die gewöhnliche ziemlich ſchwache Electricität heiterer Luft findet. Hierzu kömmt nun noch, daſs der mit dem Gewitterregen getränkte Boden, wenn die Mittagsſonne ihn durchwärmt, jener über ihm ſtehenden Luftſäule mehr Dünſte zuführt, als die übrigen Luftſäulen erhalten. Hier haben wir nun eine reiche Quelle neuer, hinreichend ſtarker Electricität, die ohne Zweifel (zu Folge meiner ſonſt ſchon erklärten und jetzt ziemlich allgemein angenommenen Theorie über die Entſtehung der atmoſphäriſchen Electricität) unter dieſen Umſtänden hervorgebracht wird, wenn die bis dahin elaſtiſchen und durchſichtigen Dämpfe, die ſich in dieſer Luftſäule ſammeln, ſich über den Sättigungspunkt hinaus verdichten, und ſich in bläschenförmige Dünſte, Nebel und Wolken verwandeln. Und dieſe müſſen deſto dichter werden, da jene Urſachen fortdauernd neue Dünſte hier zuſammen häufen, und da überdem noch eine andere Urſach mächtig zu ihrer Verdichtung beiträgt.

Dieſe andere Urſach iſt die ungewöhnlich niedrige Temperatur, welche in jener Luftſäule ſtatt finden muſs, und die ſich als den zweiten Erklärungs-Grund der Wiederkehr der Gewitter an demſelben

Orte angegeben habe. In der That muſs dieſe ganze Luftſäule ſich heute noch abgekühlt finden, wegen des geſtrigen Gewitters, vorzüglich in der Höhe, wo die Gewitterwolken hingen oder hindurch zogen. Dieſe gefrornen oder beinahe gefrornen Wolken, deren einige gleichſam Haufen ganz ausgebildeten oder wenigſtens in der Bildung begriffenen Hagels ſind, muſsten eine der ihrigen ungefähr gleiche Temperatur in der Luftſchicht, welche ſie lange Zeit einnahmen, hinterlaſſen, und dieſe Luftſchicht iſt eben dadurch weit mehr als die übrigen geneigt, die neuen ihr beſtändig zuſtrömenden Dünſte zu dunkeln Wolken zu verdichten.

Auf dieſe Weiſe bildet ſich das erſte Wölkchen an der beſtimmten Stelle, während noch der übrige Horizont heiter bleibt; dieſes Wölkchen wird ſichtlich immer dunkler und ſchwärzer, vermöge der immer neuen Anſammlung und Verdichtung der Dünſte. Das Gewitter iſt nun geboren und begonnen, und kann nun wachſen und ausbrechen, entweder ohne aus dem Thal, wo es entſtand, heraus zu treten, wie vielleicht das Gewitter am vorigen Tage, oder indem es ſich auſserhalb des Thals ausbreitet und einen groſsen Theil des Himmels bedeckt, je nachdem die Umſtände es mit ſich bringen.

Ich muſs hierbei bemerken, daſs manchmal, ja nicht ganz ſelten, an einem ſolchen Orte ſich nur die erſten Anzeigen eines Gewitters bemerken laſſen, ein dunkles Wölkchen, Blitze, einige Donnerſchlä-

ge, und dieſe letztern nicht ein Mal immer; worauf ſich alles auflöſt und verſchwindet. Dieſes reicht jedoch hin, zu beweiſen, daſs hier jene Dispoſition zur Erzeugung von Gewittern vorhanden war, wenn es gleich nur beim Drohen eines Gewitters blieb, und das ſchon anfangende Gewitter durch irgend etwas Zufälliges, etwa durch einen mehr oder weniger unregelmäſsigen Wind, geſtört wurde. Mancherlei Umſtände alſo können das Gewitter, entweder in dem Thale, wo es entſtand, zurückhalten, oder es heraustreiben und mehr oder minder vergröſsern, oder es vor ſeiner völligen Ausbildung zerſtreuen; aber immer bleibt eine deutlich zu erkennende Tendenz zur Bildung eines neuen Gewitters am folgenden Tage, an eben dem Orte, wo am vorigen Tage eins entſtand. Es ſcheint dort eine Luftſchicht zu ſeyn, welche von ſelbſt der Mittelpunkt oder die Baſis eines neuen Gewitters wird; und dieſe Schicht iſt die, welcher ſo zu ſagen die Electricität des vorigen Gewitters und noch mehr die Eiskälte deſſelben gleichſam eingedrückt geblieben iſt.

Um dieſe Erkältung der Luft zu erläutern, will ich hier eine andere leicht wahrzunehmende Erſcheinung anführen, die zuweilen auf Gewitter folgt; eine Erſcheinung, die deutlicher als irgend etwas anders beweiſt, daſs eine ſolche dauernde Abkühlung der Luftſchicht, welche der Tummelplatz eines ſtarken Gewitters geweſen iſt, nicht bloſse Hypotheſe, ſondern Wahrheit iſt. Wie oft bemerken wir nicht, ſelbſt mitten im Sommer, nach einem

solchen Gewitter, vorzüglich wenn es von einem Hagel-Ausbruch begleitet war, eine ungewöhnliche Kälte, die durch einen Wind herbeigeführt wird, welcher aus der Gegend selbst bläst, wo das Gewitter herrschte? Wie ausgedehnt ist nicht oft die Gegend, über welche dieser Wind und diese Kälte sich verbreiten, und wie beträchtlich nicht die Dauer desselben! Sicher lässt diese Wirkung sich nicht ganz der durch den fallenden Hagel entstehenden Kälte zuschreiben, da der Hagel oft nur in geringer Menge gefallen und längst geschmolzen ist, während jener eisige Wind noch fortdauert. Diese grosse Kälte muss also einen andern Ursprung haben; und wo anders könnte sie herkommen, als aus der höhern Luftschicht, in der sich das Gewitter bildete, und welche durch Hagelwolken, die eine lange Zeit dort schwebten, stark erkältet worden ist?

Um indess einen so kalten und so lange dauernden Wind, der manchmal mehrere Tage lang anhält, hervorzubringen, wird eine erkältete und gleichsam eisige Luftmasse von ungeheurer Grösse erfordert. Dieses darf uns aber nicht abschrecken; denn ich glaube die Grenze einer vernünftigen Hypothese nicht zu überschreiten, wenn ich annehme, dass ein mit reichlichem Hagel begleitetes Gewitter ein Luftvolumen von einigen Millionen Kubik-Toisen, ja von Hunderten und Tausenden von Millionen, bis fast zum Gefrieren abkühlen könne. Ich habe in einem der verflossenen Jahre zu Como ein Gewitter gesehen, welches 600 italienische Quadrat-

meilen, alſo 2500 Millionen Quadrat-Toiſen Land mit dickem Hagel bedeckte. Rechnen wir nun, daſs die Gewitterwolke über dieſem ganzen Landſtrich auch nur eine Dicke von 10 Toiſen gehabt habe, ſo giebt das doch 25000 Millionen Kubik-Toiſen, welche dieſes Gewitter einnahm. Doch wenn wir auch nicht an ſo groſse, allgemeine Gewitter denken wollen, ſondern nur an kleinere, die etwa ein Thal oder einen Theil des Horizonts einnehmen, ſo dürfen wir doch ſtatt jener 25000 Millionen vielleicht 1000 oder 500 Millionen Kubik-Toiſen anſetzen. Und iſt nicht eine ſolche heftig erkältete Luftmaſſe völlig hinreichend, um den friſchen Wind zu erklären, der faſt immer den Gewittern, vorzüglich den von Hagel begleiteten, folgt?

Es iſt übrigens nicht ſchwierig, einzuſehen, auf welche Weiſe ein ſolcher Wind, nachdem das Gewitter vorbei iſt, entſteht, zuweilen unmittelbar nachher, gewöhnlich aber erſt einige Stunden ſpäter, oder erſt am folgenden Tage. Man bedenke nur, daſs die Luftmaſſe, die der Sitz des Gewitters war, und durch daſſelbe ſo ſtark erkältet worden iſt, ſich in eben dem Maaſse verdichten muſste. Geſetzt nun, die durch die Kälte bewirkte Verdichtung ſey ſo bedeutend, daſs dieſe Luftmaſſe, ungeachtet des geringeren Drucks, den ſie auszuhalten hat, doch ſpecifiſch ſchwerer werde, als die untern Luftſchichten (was wohl geſchehen kann und faſt geſchehen muſs) wenn ſich ſo überaus kalter Hagel in groſser Menge

bildet), so muss nun diese Luftsäule niedersinken, die der Erde nähere Luft ringsumher wegdrängen und in eine horizontale Bewegung versetzen, und die kalte Luft dann selbst, wenn sie an der Erde angelangt ist, diese Richtung nehmen, so bald sie etwas wärmer wird und sich folglich ausdehnt. So also entsteht und erhält sich der sehr frische Wind, von dem ich geredet habe. Er würde noch kälter seyn, ja vielleicht mitten im Sommer eine Temperatur unter der des Gefrierens haben, wenn er sich nicht in den untern Regionen in eben dem Grade erwärmte, als er diese abkühlt.

Aber woher kömmt es, dass dieser Wind fast nie sogleich nach dem Hagelschauer und gleich nach geendigtem Gewitter eintritt, sondern nicht selten einen ganzen Tag verzieht? Zufälliger Ursachen, die sich hier einmischen können, nicht zu gedenken, glaube ich eine zu sehen, die mit dem Gewitter selbst in Verbindung steht. Gleich nach dem Gewitterregen oder dem Hagel ist auch die untere Luft selbst stark erkältet und verdichtet; wie sehr also auch die obere Luft abgekühlt seyn mag, so hat sie doch nicht die Dichtigkeit und grosse specifische Schwere, welche nöthig wäre, um die untere Luft zu verdrängen; dieses findet erst viele Stunden nachher statt, wenn die Luft in der Nähe der Erde, vorzüglich durch die Einwirkung der Sonne des nächsten Tages, hinreichend erwärmt und verdünnt ist, während die obere Schicht ihre Kälte und daher ihre ungewöhnliche Dichtigkeit behält, wodurch sie

dann, des geringern Drucks von oben ungeachtet, dichter und ſchwerer wird, als die tiefer liegenden Schichten.

Folgende Beobachtung iſt dieſen meinen Vorſtellungen ſehr günſtig, daſs der kalte Wind, der von der Gegend, wo das Gewitter am ſtärkſten war, herbläſt, nicht von Luft der niedern Regionen, ſondern von einer groſsen Luftmaſſe gebildet wird, die aus einer höhern Luftgegend herabſinkt. Dieſer Wind iſt nämlich gewöhnlich überaus trocken, beſonders wenn er einem Hagelwetter folgt. Ich ſah einmal das Sauſſüriſche Haar-Hygrometer bei einem ſolchen Winde, der auf ein Gewitter mit Hagel folgte, 50° zeigen, und andere Male 60° und 65°, da es doch ſonſt, ausgenommen wenn gewiſſe Nordwinde wehen, ſehr ſelten weniger als 70° Feuchtigkeit zeigt, und gewöhnlich über 80° ſteht. Es läſst ſich aber nicht wohl denken, wie ein ſolcher Wind ſo trocken ſeyn ſollte, wenn er in einer Luftſchicht nahe an der eben erſt durch das Gewitter ſtark befeuchteten Erde entſtände; er müſste dann vielmehr ſehr feucht ſeyn, und das um ſo mehr, da die Kälte dieſe Luft dem Sättigungspunkt der Feuchtigkeit noch näher bringen würde. Nimmt man dagegen, meiner Vermuthung gemäſs, an, daſs dieſer Wind durch eine von höhern Regionen herabſinkende Luftſchicht entſteht, die ſich dann nach allen Seiten horizontal verbreitet: ſo erklärt ſich die auſserordentliche Trockne deſſelben ſehr leicht, indem wir aus den Beobachtungen De Luc's, Sauſſü-

re's und andrer wiſſen, daſs die höhern Luftſchichten meiſtens ſehr trocken ſind. Und da ſie überdem kälter als die niedrigen Schichten ſind, ſo müſsten ſie, wenn ſie bei ihrer Annäherung zur Erde wärmer werden, ſich noch trockner zeigen, wenn ſie nicht eine zu groſse Menge von Dünſten aus der feuchten Erde aufnehmen. Dieſes iſt aber nicht der Fall, weil hier ſich ein ſchneller Windſtrom bildet, und ſich alſo die Luft immerfort durch Zufluſs von oben her erneuert.

Sind es gleich vorzüglich nur die mit ſtarkem Hagel begleiteten Gewitter, welche die Luftſchicht, die ſie einnehmen, in einem ſo ſtarken Grade abkühlen und dadurch das Herabſinken dieſer Luftſäule zur Erde veranlaſſen, die, indem ſie ſich über die Erdfläche verbreitet, den oben beſchriebenen kalten Wind bewirkt und unterhält: ſo ſieht man doch leicht, daſs eben dieſe Erſcheinung auch auf andere nicht mit Hagel begleiteten Gewitter folgen kann. Denn ihre Wolken haben, meiner Meinung nach, immer oder faſt immer gleichfalls eine dem Gefrierpunkte nahe kommende, oft ihn vielleicht erreichende Temperatur, und mögen ſelbſt auch die erſten Keime zu Hagel oder ſehr kleinen Hagelkörnchen bilden, die aber im Fallen ſchon zerſchmelzen.

Iſt die Luftſchicht, worin ſich die Gewitterwolken ſchwebend erhielten, nicht kalt genug, um an ſpecifiſcher Schwere die untere Luft zu übertreffen, oder hindern andere Umſtände ihr Sinken, ſo wird

dieſer kalte trockene Wind nicht eintreten. Alsdann aber wird die ſtark erkaltete Luftmaſſe, indem ſie in der Höhe an ihrer Stelle bleibt, der Mittelpunkt einer neuen Verdichtung von Dünſten, welche die Sonne am folgenden Tage, vorzüglich um Mittag, in die Höhe bringt; und ſo haben wir den Keim eines neuen Gewitters, und den Keim mehrerer Gewitter, die periodiſch an den folgenden Tagen an eben dem Orte auf einander folgen.

Zur Beſtätigung des Vorigen will ich noch anführen, daſs eine ſolche Wieder-Erzeugung von Gewittern an demſelben Orte viel wahrſcheinlicher erfolgen wird, wenn auf das Gewitter eine Stille folgt, und jener erwähnte kalte und anhaltende Wind nicht eintritt. Ohne Zweifel erhält ſich in dieſem Falle die erkaltete Luftmaſſe unverändert an ihrem Orte, und hält die Electricität, womit ſie geſchwängert war, und die durch das vorige Gewitter erzeugte Kälte beſſer und längere Zeit in ſich zurück. Und ſo wirken hier die beiden Urſachen, die ich als thätig bei der Wiederkehr der Gewitter an demſelben Orte angegeben habe. Es iſt nichts Seltnes, daſs man viele Tage lang ein Gewitter um dieſelbe Stunde und an derſelben Stelle entſtehen ſieht, ſo lange dieſe Gewitter nicht heftige Schläge oder wenigſtens keinen Hagel geben, und ſo lange dieſem nicht der oben beſchriebene kalte Wind folgt, oder er wenigſtens nicht anhaltend wird; daſs aber, wenn das Gewitter ein Mal mit heftigen Regengüſſen und Hagel zum Ausbruch kömmt, und nach dieſem

Ausbruch der erwähnte Wind eintritt und den nächsten Tag fortdauert, die Kette dieser periodischen Gewitter zerrissen ist.

In Rücksicht auf diese Periode habe ich nur noch etwas über die Stunde, die diese Gewitter fast immer zu halten pflegen, zu sagen. Eine ganz fest bestimmte Stunde läfst sich nicht angeben; aber es scheint im Allgemeinen, als ob sie sich immer um oder gleich nach Mittag einstellen. Der Grund davon ist leicht einzusehen, da es in diesen Stunden wärmer als in den übrigen ist, und die von der Sonne gehobenen Dünste eine hinreichende Höhe erhalten und reichlich genug vorhanden sind, um neue Gewitterwolken zu bilden.

Zusatz des Prof. Configliachi.

Als ich von diesen Gedanken unsers *Volta* unterrichtet war, habe ich günstige Gelegenheiten, um Beobachtungen über diesen Gegenstand anzustellen, nicht vorbei gelassen, vorzüglich während der Zeit, als ich auf den Gipfeln der Berge, welche *Lario* und *Ceresio* zur Seite liegen, mehrere Tage des Sommers über wohnte. Hierdurch sehe ich mich im Stand gesetzt, die Physiker zu versichern, dafs an heitern Tagen die electrische Spannung der Atmosphäre an den Orten, wo sich am vorigen Tage eine Gewitterwolke aufgehalten hatte, viel stärker als sonst gewöhnlich ist. Ich habe

oft die Blättchen unſers atmoſphäriſchen Electrometers ohne Hülfe eines brennenden Lichtes oder Schwefelfadens, an die Wände anſchlagen ſehen, und mehrmals viele Minuten lang dauernde Zeichen von Electricität bemerkt. Dergleichen ereignet ſich an andern heitern Tagen nicht, vielmehr iſt an ihnen die electriſche Spannung ſehr *ſchwach* und nie *dauernd* in den Electrometern, wenn man ſie blos einfach zuleitet. Aus dem ſehr hohen Grade von Electricität der Atmoſphäre, den ich an einem heitern Tage, welchem ein ſtarkes Gewitter vorangegangen war, auf dem Gipfel des *Monte Generoſo* beobachtete, wagte ich es vorauszuſagen, daſs uns ein Gewitter nahe bevorſtehe, welches meine Gefährten nicht glauben wollten. Ich war leider ein nur zu wahrhafter Prophet geweſen, denn als wir am Nachmittage den Berg herunterſtiegen, konnten wir nur mit Mühe uns in eine Hütte auf der Hälfte des Weges vor dem reichlich fallenden Hagel retten.

Ueber die dauernd kalte Temperatur der Luftſäule, welche der Sitz eines Gewitters war, brauche ich keine weitern Beweiſe beizufügen. Wer nur über die Berge reiſet, findet dieſe Erſcheinung oft genug, auch wenn er nur aus einem Thale in ein anderes, ſelbſt ſehr nahes, übergeht. Zur Beſtätigung der von Volta beobachteten periodiſchen Wiederkehr der Gewitter will ich indeſs noch anführen, daſs im J. 1814 das Thal über

Lemna und *Molina*, nicht weit von der *Terra Plinia-na*, ein Thal, welches mit andern bei ſeiner Erweiterung die Ebene von *Tuvano* oder *Tivano* bildet, vierzehn Tage nach einander der Entſtehungsort eben ſo vieler Gewitter war. Aus dem Innern deſſelben ging jeden Tag, beinahe um dieſelbe Nachmittagsſtunde, die erſte Wolke hervor, welche, allmählig vergröſsert, ſich in das Innere ihres Geburtsorts ausdehnte, um in Kurzem nach einigem Donner und Regen zu verſchwinden. Hätte ſich nicht von den Bergen des entgegengeſetzten Thales von *Intelvio* her, ein ſtärkeres Gewitter erhoben, welchem ein ſtürmiſcher Wind folgte, der dieſen Zauber zerſtörte, ſo hätten jene von mir beobachteten *periodiſchen* Gewitter vielleicht noch weit länger fortgedauert.

II.

Ueber Pendel-Schwingungen.

Vom
Professor A. V. Knoch,
am Carolino in Braunschweig.

„Sie haben in Ihren sehr geschätzten Annalen (schreibt mir Herr Professor Knoch bei Uebersendung dieses Aufsatzes) mehr Mal zu erkennen gegeben, dass Sie den mit dem Pendel angestellten Versuchen, so wie man solche bekannt gemacht hat, keinen Werth beilegen. Dieses hält mich aber nicht ab, die Meinigen Ihrer Prüfung und Beurtheilung auszusetzen. Für mich bin ich völlig überzeugt, dass die Bewegungen des Pendels, auf eine gehörige Art angestellt, in meiner Hand nicht auf ein Ungefähr, sondern auf unveränderlichen Gesetzen beruhen, und dass es ganz ausserordentliche Erscheinungen sind, denen man aber ungern Glauben beimisst, wenn man sie nicht sieht, oder sie hervorzubringen die Gabe nicht hat. In beiliegender kleinen Abhandlung, die ich darum durch Sie bekannt zu werden wünsche, um das Urtheil mehrerer Naturforscher darüber zu vernehmen, habe ich nur einen kleinen Theil von den von mir angestellten Versuchen angegeben. Unter den andern scheinen mir vorzüglich diejenigen wichtig zu seyn, welche ich mit den Salzen vorgenommen habe.“ — —

Herrn Professor Knoch's Wunsche, in diesem Aufsatze die Resultate von vieljährigen Versuchen, durch meine Annalen den

Physikern zur Prüfung vorgelegt zu sehen, — glaube ich entsprechen zu müssen, wenn ich mich gleich ganz bestimmt als einen Ungläubigen an die Amoretti'schen und Ritter'schen Versuche mit sogenannten Pendeln, Balanciers und Wünschelruthen erklärt habe *): denn sein Aufsatz enthält nicht eine begeisterte Ankün-

*) Die Gründe meines Unglaubens habe ich in Band 26. und 27. dieser Annalen in einer Reihe von Abhandlungen umständlich auseinander gesetzt, welche auch als ein besonderes Werk unter dem Titel zu haben sind: „Kritische Aufsätze über die in München wieder erneuerten Versuche mit Schwefelkies-Pendeln und Wünschelruthen, herausgegeben von L. W. Gilbert, Halle, Rengersche Buchhandlung 1808.

Dieses Buch scheint wenig bekannt geworden zu seyn, verdiente aber wohl von allen Geschwind-Gläubigen unserer Zeit, welche sich selbst mit thierischem Magnetismus und ähnlichen Sachen so leicht täuschen, und Andere blenden, sorgfältig gelesen zu werden. — An dasselbe wurde ich vor einiger Zeit auf eine sonderbare Weise durch eine Stelle in Hrn. Biot's Physik erinnert, welche verdient, dass ich sie bei dieser Gelegenheit zur Sprache bringe. In einem Abschnitte (Vol. 2. p. 382.) wo Herr Biot unter andern von den electrischen Figuren Lichtenberg's „*physicien allemand*" redet, fügt er hinzu: „*Dans les premiers temps de cette découverte, il y eut des physiciens allemands qui remarquèrent que la poudre de réfine ainsi répandue sur un gateau électrisé, éprouvait peu à peu des mouvemens graduellement progressifs, qui n'avaient toute fois rien de régulier. On se hata de batir sur cela un système. Mais des observateurs plus attentifs reconnurent, que ces mouvements étaient produits par de très-petits insectes que l'on apelle des Acarus, qui se trouvaient dans la poudre de réfine et qui se promenaient sur la surface électrisée.*" Ich würde noch jetzt nicht zu entziffern wissen, wie Herr Biot zu der Aussage einer solchen

digung von Entdeckungen, die erst noch gemacht werden sollen, sondern eine deutliche und nüchterne Erzählung von Versuchen, die jeder leicht nachmachen kann, jedoch billig nicht eher nachmachen sollte, bis er sich mit allen Täuschungen, denen sich Preis zu geben, er dabei Gefahr läuft, hinlänglich bekannt gemacht hat, wozu ich das Lesen meiner in der Anmerk. erwähnten Aufsätze empfehlen darf. Von jeher haben nicht Meinungen, nur Wahrheit und Wissenschaft Reize für mich gehabt, und Meinungen aufzugeben, bei besserer Belehrung, bin ich stets eben so bereit gewesen, als Wahrheit und Wissenschaft, wo es Noth that, nach Kräften zu vertheidigen. Eben so sehr als dieses halte ich es aber auch für meine Pflicht, jedem, der es treu mit diesen meint, und von

Lächerlichkeit von *deutschen Physikern* zu Lichtenberg's Zeit kömmt, wäre mir nicht eingefallen, dass ich denen Herren (Ritter etc.), die vor zehn Jahren die öffentlichen Blätter mit ihren Wunder-Versuchen füllten, das Beispiel der HH. Schelver und Reil vorhielt, welche eine ganz neue electrische Kraft bekannt machten, die ersterer entdeckt haben sollte, als er auf eine mit Puder bepuderte Glasscheibe, allmählig ein länger werdendes Zickzack entstehen sah; welche neue electrische Kraft indess nichts anders als eine *Milbe* war, die den Puder fras und aufwühlte, wie Herr Wege-Baukommissair Sartorius in Eisenach nachgewiesen hat. Hr. Biot scheint dieses Factum durch meine Aufsätze zu kennen: Aber welche Art es zu citiren. Statt zu sagen, ein Paar deutsche Aerzte, die wohl keine physikalischen Begriffe von der Electricität haben mochten, hätten eine solche Thorheit begangen, sie den *physiciens allemands* aufzubürden, die noch dazu darauf ein System gebauet haben sollen!! Wie Milben in Mehl und Puder kommen, ist begreiflich; was sie aber bewegen soll, im Herzstaub spatzieren zu gehen, das möchte selbst den *physiciens allemands* schwer werden, anzugeben. *Gilbert.*

hinlänglichen Vorkenntniſſen ausgehend, ſeine Ueberzeugungen klar und kurz darzuſtellen weiſs, dieſe Annalen hierzu zu öffnen, mögen auch meine Anſichten ganz von den ſeinigen abgehen. Ich benutze indeſs in dieſem Falle die Erlaubniſs des Hrn. Verfaſſers, einige Bedenken, die mir bleiben, in ein Paar Anmerkungen zu berühren. *Gilbert.*

1.

Bekanntlich ſind die Verſuche, welche ſeit vielen Jahren mit der ſogenannten Wünſchelruthe oder Baguette, ſo wie die, welche mit den Indicationsſtäben, dem Balancier und Pendel vorgenommen worden, noch immer nicht von der Art geweſen, um manchen Phyſiker von dem zu überzeugen, was ſie beweiſen ſollen; ſie waren vielmehr bei den meiſten ein Gegenſtand des Zweifels und Unglaubens, der ſich beſonders darauf ſtützte, daſs nicht jeder Menſch die natürliche Kraft beſitzt, mit den genannten Werkzeugen dergleichen Erſcheinungen hervorzubringen, wie andere, welche damit begabt ſind. Es iſt aber nichts Neues, daſs es mehrere Erſcheinungen in der Natur giebt, deren Wirklichkeit anfangs bezweifelt worden, die dennoch bei genauerer Betrachtung endlich ohne Widerſpruch angenommen worden ſind. Stetes und aufmerkſames Forſchen, Wahrnehmen aller Umſtände, und richtige mit möglichſter Umſicht angeſtellte Verſuche müſſen auch hier, wie bei ſo vielen andern Gegenſtänden, der Wahrheit oder Unwahrheit im-

mer näher führen und endlich ein entſcheidendes Urtheil ausſprechen.

Der Verfaſſer dieſes Aufſatzes hat ſich ſtets zum Geſetz gemacht, in der Wiſſenſchaft, die er treibt, nur dasjenige für wahr anzunehmen, wovon er durch gründliche Unterſuchung anderer, durch ſein eigenes Nachdenken und ſeine Erfahrung ſich überzeugt hatte, wenigſtens ſo lange, als er nicht durch Thatſachen davon abzugehen genöthigt wurde. Dem zu Folge unternahm er vor vielen Jahren dergleichen Verſuche, wovon er ſchon manches geleſen, gehört und mancherlei Urtheile vernommen hatte. Da es ihm nur um Wahrheit zu thun war, ſo fielen bei ihm alle Vorurtheile für oder wider die Meinungen derer weg, welche die Sache behaupteten, oder beſtritten. Er fand indeſſen bei öftern und mit Vorſicht angeſtellten Verſuchen, daſs es wohl zu voreilig ſey, wenn man dieſen Gegenſtand nicht einer genauen Aufmerkſamkeit werth zu achten vermeinte, weil derſelbe, wenn er feſten Grund gefunden hat, ein ſehr weites Feld der wichtigſten Erſcheinungen darbietet. Sollte es ihm gelingen, bei dieſem, ſo vielen Schwierigkeiten unterworfenen Gegenſtande etwas mehr, als Schein der Wahrheit zu bewirken, ſo würde er ſeine Zufriedenheit erreicht haben.

Von den Verſuchen ſollen hier nur einige angegeben werden, welche bei vorurtheilsfreiem Forſchen wohl einige Aufmerkſamkeit zu erregen vermögen.

2.

Um Verſuche mit einem Pendel zu machen, wurde eine Kugel von Zink, von etwa ½ Zoll Durchmeſſer genommen. Auf die Gröſse und Beſchaffenheit derſelben kömmt in vielen Fällen nichts an; aber es iſt dennoch, in mancher Hinſicht zweckmäſsig, bei Unterſuchung mehrerer Gegenſtände ſich eines und deſſelben Körpers zu bedienen, um das gleiche oder ungleiche Verhalten der zu unterſuchenden Körper zu bemerken. Auch andere Metalle, ſo viel von den bekannten ich anwenden konnte, und ebenfalls Kohlen, ſind zu dieſer Abſicht tauglich, aber in ihren Wirkungen zum Theil verſchieden; auch bringen ihre verſchiedenen Gröſsen Veränderungen hervor. Ein linnener oder hanfener einfacher Faden, oder eine ſehr dünne geklöppelte Schnur, die ſich nicht drehet, haben naſs oder trocken keinen ſonderlichen Unterſchied zu erkennen gegeben; gewöhnlich wurden ſie unangefeuchtet genommen. Die Länge derſelben war meiſtentheils gleich, etwa von 6 oder 8 Zollen, weil bei verſchiedenen Längen die Gröſse des Schwingungs-Bogens abgeändert wird, bei den Verſuchen aber dieſe Gröſse nicht hiervon, ſondern von den auf einander wirkenden Kräften der Materie abhängig in Betrachtung gezogen werden ſollte. Wenn ſich aber dieſe Wirkungen beſonders auszeichneten und die gewählte Länge nicht hinreichte, einen ſo groſsen Kreis zu beſchreiben, als die Natur des Ge-

genſtandes zu bewirken ſtrebte, ſo wurde ein längerer und ſtärkerer Faden genommen.

Die Verſuche wurden Vormittags oder nach 3 Uhr angeſtellt, weil dann das anhaltende Sitzen nicht beſchwerlich wurde, und manche 3 und mehrere Stunden erforderten, um von der Gleichheit der Bewegungen, und der Schwingungszeit Gewiſsheit zu bekommen. Dazu war auch erforderlich, am Tiſche eine ſolche Lage anzunehmen, worin der Körper nicht die mindeſte Unbequemlichkeit ſpürte, auf die Länge nicht ermüdete, und ſich in eigentlicher Ruhe befand, um den Pendel in ſeinen Bewegungen durchaus nicht zu hindern, oder falſche Bewegung zu veranlaſſen. Auch war es nöthig, daſs der Tiſch und ein darauf liegendes Kiſſen zur Unterlage des Arms gegen den Stuhl eine ſolche Höhe hatte, daſs der Oberarm gar nicht gehoben oder der Schultermuskel gedruckt wurde. Das mit Pferdehaaren mäſsig ausgeſtopfte Kiſſen hatte die Länge des Vorderarms vom Ellenbogen bis zur Spitze der Finger, war etwa 7 Zoll breit, nach vorn an dem unter der Hand liegenden Theil möglichſt rechtwinklich geformt, und hatte unten einen hölzernen Boden. Alles, um eine ungewöhnliche Bewegung des Bluts im Arme auf die Hand möglichſt zu verhindern.

Bei den Verſuchen kömmt der ganze Vorderarm mit der Hand auf das Kiſſen zu liegen, und nur der Daumen und Zeigefinger, zwiſchen wel-

chen der Faden gehalten wird, rückt so weit vor, dafs der Pendel in seinen Schwingungen nicht gehindert wird, etwa um die Länge der Nägel dieser Finger; deswegen mufs das Kissen vorn rechtwinklich geformt seyn *).

Das Tischchen, worauf der zu untersuchende Körper liegt, besteht aus einer runden hölzernen Scheibe mit drei Füfsen und einer Schraube, um ihn überall wagrecht und fest stellen zu können. Auf die Tischplatte ist weifses Papier geklebt, worauf in Grade getheilte Kreise, auch Durchmesser nach verschiedenen Graden gezeichnet sind. Die Höhe desselben ist so eingerichtet, wie es die Lage des Arms, die Länge des Pendels und die Höhe des darunter befindlichen Gegenstandes erfordert. Kommen Fälle vor, wobei er zu niedrig ist, so bekömmt der Gegenstand eine Unterlage. Der Tisch zeigt keine merkliche Electricität.

So bald der Faden zwischen die Finger genommen ist und der Pendel herabhängt, bewegt er sich kaum merklich in Kreisen, oder macht Bewegungen von einer Seite zur andern. Diese werden immer kleiner, und sind zuletzt etwa $\frac{1}{36}$ pariser Zoll grofs, hören aber nie auf. Sie kommen entweder von der Bewegung des Bluts in den Fingern her, oder der Körper bewegt sich wegen seines Behar-

*) Dadurch, dafs die Versuche des Herrn Verfassers mit fest aufliegendem Vorderarm gemacht wurden, fällt, wie man sieht, einer der Gründe weg, der an der Richtigkeit früher ähnlicher Versuche Zweifel erregen mufste. *Gilb.*

rungsvermögens, indem die Luft ihm nicht genug Widerſtand leiſtet, oder weil man ſeine völlige Ruhe nicht abwartet, oder er wird durch die Bewegung der Luft in ſeiner Unruhe erhalten. Um darüber Auskunft zu bekommen, wurde eine Kugel in einem überall verſchloſſenen Zimmer an einem feſten Gegenſtande aufgehängt, und bei öfterm Nachſehen immer in Bewegung gefunden. Es fehlt in einem Zimmer nicht leicht an Oeffnungen, wodurch die Luft ein- und ausſtrömen kann; auch die Bewegung, welche beim Nachſehen in der Luft entſteht, kann den Körper in eine geringe Bewegung ſetzen. Daher ſcheint es, daſs nicht ſowohl die Bewegung im Blute, als die umher befindliche Luft oder die Bewegung der Erde ſelbſt dieſe unmerkliche Unruhe des Pendels veranlaſst.

Soll aber die Kugel auf eine oder etliche Sekunden zur völligen Ruhe gelangen, ſo darf ſie nur ein wenig in die Höhe gehoben und ſanft wieder niedergelaſſen werden, worauf ſie gleichwohl wieder in jene unmerkliche Bewegung zurückkehrt. Zu einer unwandelbaren Ruhe wird ſie nur dann gebracht, wenn ihr ein Körper unterliegt, der von der Beſchaffenheit iſt, daſs ſich beide einander anziehen *); dann kann ſie in unveränderter Lage erhalten werden, ſo lange, als man Geduld hat, den Verſuch fortzuſetzen. Ob dieſes gemeine oder gal-

*) Wodurch aber iſt dieſes Anziehen zu beweiſen? *Gilb.*

vanische *Anziehung* sey? Denn nicht in eines jeden Hand geschieht es.

Diese Anziehung richtet sich nach Beschaffenheit der Gegenstände. Sie ist oft so stark, dass man dem Gefühl nach glauben sollte, der Pendel sey viel Mal schwerer geworden, oder dass eine entgegengesetzte Kraft es wegzuziehen suche *).

Soll sich der Pendel ohne einen untergelegten Gegenstand in gröfsere Bewegung versetzen, so kann es nach gemachter Erfahrung so geschehen. Man denkt sich eine gerade Richtung, in der es schwingen soll, gleich viel nach welcher Gegend. Er wird seine kleinen Bewegungen, die man wohl mechanisch nennen könnte, allmählig vergröfsern, längere Linien zeichnen, und diese so weit ausdehnen, als es seine Länge zuläfst. Soll es Kreise beschreiben, so stelle man sich solche in Gedanken vor Augen. Der Pendel geht den Gedanken nach und schwingt kreisförmig. Sonderbar genug, aber wahr **). Da diese Bewegung von der Vorstellung des Untersuchers abhängt, so könnten sie wohl *psychologisch* heifsen. Sie wird aber abnehmen, wenn

*) Sollte hierbei keine Selbsttäuschung statt gefunden haben? *Gilbert.*

**) Man sehe No. 138. des Morgenblatts vom Jahre 1807 S. 550. bis 555. [und die lehrreiche Abhandlung des Herrn Prof. Pfaff in diesen Annal. B. 27. S. 41., in welcher dargethan wird, dafs es hinreiche, dafs das Auge den Umfang einer Figur umlaufe, um den Pendel in denselben Sinn in Umlauf zu bringen. *G.*]

das Auge nicht darauf gerichtet wird, und ſich zuletzt bis auf jene kleine Bewegung verlieren. Es müſste dann wohl eine phyſiologiſch-pſychologiſche Bewegung ſeyn.

Während der Zeit, daſs der Pendel linienförmige pſychologiſche Bewegungen macht, verbindet man mir die Augen, und legt einen andern länglichten Körper in jene Linie, ſo daſs er damit einen rechten oder nach Gefallen einen ſchiefen Winkel macht *). Der Pendel beſchreibt nun immer kürzere Linien, wie zuvor, macht, nachdem er zur kürzeſten gelangt iſt, etliche Kreisbewegungen, und dreht ſich ſo, daſs er nach der Länge des untergelegten Körpers hin und her ſchwingen kann. Wird die Lage deſſelben verändert, ſo folgt ihr der Pendel. Er macht wieder kleinere Schwingungen, bewegt ſich einige Mal kreisförmig und geht dann in die neue Richtung über; und dieſes ſo oft man dieſe verändern will. Dieſes geſchieht, die Augen des Experimentators mögen offen oder zugebunden ſeyn. Es wurde zu dieſen Verſuchen ein Turmalin genommen. Es laſſen ſich aber auch andere Kryſtalle dazu anwenden.

Eine ſolche Bewegung kann man nun wohl

*) Daſs Verſuche der Art mit verbundenen Augen gelungen ſind, iſt mir neu, und auch durch dieſe nicht überſehene faſt unentbehrliche Bedingung um zuverläſſige Reſultate zu erlangen, würden Herrn Prof. Knoch's Verſuche ſie vor allen früheren auszeichnen, wenn ſie ſich bewähren.
Gilbert.

nicht mechaniſch, nicht phyſiologiſch, nicht pſychologiſch nennen. Sie beruhet auf eine Anziehung der Körper, wobei der höchſten Wahrſcheinſcheinlichkeit nach die natürliche Beſchaffenheit des Experimentators eine vorzügliche Rolle ſpielt; welches wohl nicht zu bezweifeln ſteht, weil der Pendel nicht in der Hand eines jeden dieſelbe Erſcheinung hervorbringt *).

3.

Die Bewegung des Pendels in *Kreiſen* kann, als eine Bewegung von der Linken zur Rechten, oder als eine von der rechten zur linken Hand angeſehen werden. Jene zeigt an, daſs der Körper, der unterſucht wird, *poſitiv electriſch* iſt, dieſe deutet auf *negative Electricität*. Allein in jeder Kreisbewegung iſt die Bewegung in dem einen Halbkreiſe der in dem andern entgegengeſetzt, mithin jene Beſtimmung unvollkommen.

Man kann beide, wie Amorètti, durch eine in und auswärts gehende Spirallinie unterſcheiden, oder ſich zwei gerade Linien denken, wovon eine lothrecht, die andere horizontal durch den Mittelpunkt eines Kreiſes gezogen iſt. Man nenne das zunächſt der linken Hand befindliche Ende der Ho-

*) Der Aufforderung des Herrn Verfaſſers entſprechend, äuſsere ich hier mein Bedenken, ob dieſe Art zu ſchlieſsen, nicht zu locker und zu raſch iſt, um eine ſo höchſt merkwürdige und wichtige Sache darzuthun, als dieſe neue Art von Aeuſserung einer Anziehung der Körper ſeyn würde.

Gilbert.

rizontal-Linie A, das andere Ende B, das obere Ende der ſenkrechten Linie C, und das untere D. Wendet ſich nun der Pendel zunächſt von A nach C, dann nach B und ſo weiter von D nach A, ſo geſchieht die Bewegung von der linken zur rechten Hand, und zeigt *poſitive* Electricität an *). *Negativ* iſt die Bewegung, welche bei B anfängt, dann nach C, und weiter nach A und D geht. Hierbei iſt zu bemerken, daſs, wenn der Pendel über einem Gegenſtande einige Zeit geſchwungen hat, und gleich über einen andern geführt wird, der die entgegengeſetzte Electricität beſitzt, er dieſe nicht ſogleich anzeigt, ſondern daſs er noch eine längere oder kürzere Zeit in der vorhergegangenen Bewegung verharret. Soll er das nicht, ſo darf er nur, ehe er über einen neuen Gegenſtand gebracht wird, mit dem Finger berührt werden.

Ein Pendel bewegt ſich nicht immer in Krei-

*) Ein Pendel, der ſich nach dieſer Beſchreibung bewegte, würde in einer lothrechten Ebene von der linken nach der rechten Hand erſt ſteigend dann ſinkend umher kreiſen; hier iſt indeſs unſtreitig von Kreisbewegungen in einer horizontalen Ebene die Rede, und zwar von der linken nach der rechten Hand vorwärts, d. h. anfangs vom Körper ab, herumgehend. Daſs das Kreiſen durch *Electricität*, und zwar der Kreislauf in dieſem Sinne durch *poſitive*, in dem entgegengeſetzten Sinn durch *negative* bewirkt werde, das iſt die zu beweiſende Sache; und wir müſſen alſo vorzüglich im Auge behalten, ob dieſer Beweis und wie er hier geführt werden wird. *Gilb.*

sen, sondern auch in *Ellipsen*, mit sehr veränderten Axen. Oft wechselt es mit beiden regelmäßig, und beobachtet bei einerlei Gegenständen eine gleiche Anzahl von Schwingungen, gleiche Figuren der Ellipsen, dieselben Veränderungen in der Größe sowohl der Kreise als der Ellipsen, und wenn es die ganze Folge seiner Bewegungen vollendet hat und nun zur Ruhe gekommen ist, so fängt es nach einer kurzen Erholung seine Bewegungen in derselben Ordnung und Anzahl wieder an. Es giebt Fälle, wo der Pendel mehrere hundert, ja mehrere tausend Bewegungen macht, ehe es zur Ruhe gelangt. Will der Experimentator sehen, ob er recht beobachtet hat, und einen zweiten Cursum machen lassen, so muß er sich mit vieler Geduld dazu anschicken.

Um sich von diesen Bewegungen, besonders den ellipsoidischen, näher zu unterrichten, wurden öftere und wiederholte Versuche angestellt, unter welchen folgende vorerst einige Aufklärung gewähren können. Ich legte einen *Zinkstab* von ungefähr 6 rheinl. Zollen Länge, $\frac{1}{4}$ Zoll Breite und keine $\frac{1}{4}$ Linie Dicke (auf welche Maaße aber wohl nichts ankömmt) auf das Tischchen horizontal und hielt die Pendel-Kugel in der Entfernung eines halben Zolls auf die angezeigte Art darüber. Der Pendel machte seine Schwingungen von einem Ende zum andern in Kreisen, deren Durchmesser der Breite des Stabes gleich, auch wohl mit unter größer waren, überall von der linken zur rechten

Hand, zeigte alſo poſitive Electricität an. Ein *kupferner* Stab von gleichen Ausmeſſungen wurde auf dieſelbe Art unterſucht. Die Pendel-Bewegungen waren nur darin verſchieden, daſs ſie negative Electricität angaben. Nun wurden beide Stäbe parallel ſo neben einander gelegt, daſs noch ein Raum von $\frac{1}{4}$ Zoll zwiſchen ihnen offen blieb. Jetzt zeigte der Pendel über dem Zinkſtabe *Z*, zwar noch von *a* bis *m* oder der Mitte (Fig. 1. Taf. III.) poſitive Electricität an, aber am andern Theile von *m* bis *b* wies er auf negative. Der kupferne Stab *k* war von c bis *m* noch negativ, aber von *m* bis *d* poſitiv electriſch. In beiden Stäben ſtand der Pendel über *m* unbeweglich. Beide Stäbe waren mithin polariſch electriſch geworden, und der Pendel ſchwung von einem Pol zum andern in geraden Linien. In dem Zwiſchenraume der beiden Stäbe gehalten ſchwang der Pendel geradlinicht über beide Stäbe und ſenkrecht auf ihre Axen. Wurden beide Stäbe dicht an einander gerückt, und der Pendel über ihre Berührungspunkte gerichtet, ſo ſtand er ohne Bewegung. Die Seiten der Stäbe, welche ſich berührten, muſsten alſo ungleiche Electricitäten haben. Nun wurde noch ein dritter Stab von *Eiſen, E*, und gleichem Inhalt unterſucht. Der Pendel bewegte ſich über demſelben von einem Ende zum andern, wie bei den beiden vorigen, und zeigte negative Electricität an. Als er darauf neben den beiden andern parallel und ſo gelegt worden, daſs zwiſchen ihm und dem Zinkſtabe ein Zwiſchenraum von

$\frac{1}{4}$ Zoll offen blieb, so zeigte sich das Ende von *f* bis *m* noch negativ, das andere aber von *m* bis *e* positiv. In *m* ruhte der Pendel, und die Pole an den Zink- und kupfernen Stäben blieben wie vorhin. Wurde jetzt der Pendel an den Enden oder in der Mitte über einem der Zwischenräume gehalten, so schwang er in geraden Linien querüber, senkrecht auf die Axen der Stäbe, machte mithin mit den Stäben rechte Winkel. Wurde derselbe etwa $\frac{1}{2}$ Zoll von den Enden der Stäbe etwas angehalten und nicht gleich zur Mitte geführt, so beschrieb er die Diagonalen sowohl bei zwei Stäben von *a* nach *d* oder von *b* nach *c*, als auch bei drei Stäben von *d* nach *f* oder von *c* nach *e*. Diese Diagonal-Bewegungen erfolgten auch, wenn er in die Zwischenräume bei *x* oder *y* gebracht wurde. Alles nach der Ordnung der entgegengesetzten Electricitäten.

Darauf wurde der kupferne Stab so über die Mitte der beiden andern gelegt, dafs seine Mitte in die Mitte des Zwischenraums zu liegen kam, und seine Richtung mit jenen einen rechten Winkel einschlofs. Der darüber gehaltene Pendel schwang erst in sehr kleinen Kreisen, deren Durchmesser nach und nach gröfser wurde und über 3 Zoll anwuchs. Machte der kupferne Stab mit dem Zinkstabe einen Winkel von 70°, so schwang der Pendel in hyperbolischen Ellipsen, deren grofse Axe sich um den Mittelpunkt drehte, ging dann in linienförmige oder solche Ellipsen über, deren kleinere Axe von unbedeutender Gröfse war, und mit den Stäben

ſehr kleine Winkel machte. War jener Winkel zu 78° angewachſen, ſo ſchwang der Pendel in paraboliſchen Ellipſen, deren groſse Axe ſenkrecht auf den Kupferſtab gerichtet war, und von 3 zu 4 Zollen ſtieg, dann aber bei fortdauernder Bewegung nach und nach kleiner wurde und zuletzt ſich mit der Bewegung verlor.

Bei einem Winkel von 40° ſchwang der Pendel über der Mitte des kupfernen Stabes erſt in Kreiſen, dann in groſsen paraboliſchen Ellipſen, deren groſse Axe ſich um den Mittelpunkt drehte, ſo daſs die Ellipſen in Kreiſe beſchrieben wurden, dann folgten rein elliptiſche und zuletzt hyperboliſche, deren Axen ſehr klein waren. Die Bewegung dieſer Ellipſen im Kreiſe geſchah nicht immer mit gleicher Geſchwindigkeit; unter gewiſſen Winkeln rückte ſie langſamer vorwärts, hielt auch wohl etwas an. Es war ein ungleicher Gang. Ueber einen Winkel von 22° ſchwang der Pendel erſt in paraboliſchen Ellipſen, welche dem Kreiſe ſehr nahe kamen, und deren groſse Axe ſich um den Mittelpunkt drehte, dann in elliptiſchen und zuletzt in hyperboliſchen. Wurden dieſe Verſuche mit denſelben Stäben unter völlig gleichen Umſtänden wiederholt, ſo machte der Pendel nicht allein dieſelben Schwingungen, ſondern beobachtete auch dieſelbe Zahl, nur muſste der Experimentator ſeine unveränderte Lage und Geduld zu erhalten ſuchen. Man kann ſicher annehmen, daſs die Bewegungen des Pendels bei jeder Veränderung des Winkels der

übereinander gelegten Stäbe anders ausfallen, auch schon dadurch eine Veränderung erleiden, wenn der aufgelegte Stab mehr oder weniger nach den Enden der Unterliegenden gerückt wird. Die Bewegungen des Pendels bei diesen Versuchen unter denselben Umständen zeigten immer positive Electricität an.

Diese Versuche nun können gar wohl dazu dienen, sich die mancherlei und vielfältigen Schwingungen zu erklären, welche ein Pendel *über* mancher *Erzstufe* oder manchem *Stein* macht. Man nehme nur eine Stufe oder Druse, worin viele Krystalle in verschiedenen Richtungen neben und unter einander liegen, und halte einen Pendel darüber. An jeder Stelle ist die Bewegung verändert. Der Unerfahrne muss glauben, dass dabei nichts als Verwirrung, dass es die grösste Regellosigkeit, dass es ein Chaos von Bewegungen sey, und gleichwohl geschieht jede nach einem unwandelbaren Gesetze.

4.

Um zu untersuchen, wie die Schwingungen des Pendels ausfallen würden, wenn der Zinkstab auf einen Körper gelegt würde, der mehr electrisch wäre, wurde er auf die Spitze des Zeigefingers der linken Hand gelegt, so dass er im Gleichgewicht blieb und gegen das Fallen gesichert war. Es war einerlei, ob er auf diesen oder einen andern Finger eben so gelegt wurde, nur nicht auf den *vierten*, den sogenannten Goldfinger. Die Hand wurde

dabei vom Schenkel oder dem Tischchen unterstützt, um sie gegen Bewegung möglichst zu sichern, und der Pendel mit der andern gleichfalls unterstützten Hand darüber gehalten. Dass die *Finger* der Hände und Füsse ausser dem vierten *positiv*, und dieser *negativ* electrisch sind, ist schon von andern Physikern richtig bemerkt worden; wobei noch hinzuzusetzen ist, dass die Nägel, Haare und alle hornartige Substanzen *negative* Electricität zu erkennen geben. Der über den Stab geführte Pendel zeigte nun von der Nähe der Mitte an bis nach den Enden des Stabes durchaus keine Bewegung; so bald es aber über den Mittel- oder Ruhepunkt gebracht wurde, schwang er sogleich, erst in kleinen, dann in grössern Kreisen von der Linken zur Rechten und zeigte positive Electricität. Darauf ging er in Ellipsen über, deren grosse Axe sich um den Mittelpunkt bewegte, und wenn sie mit dem Stabe einen sehr schiefen Winkel machte, wohl zwei Zoll lang war, in andern Richtungen kleiner, und unter einem rechten Winkel am kürzesten wurde. So wie die grosse Axe an Länge abnahm, wurde die kleine Axe grösser. Nach und nach nahm die Grösse der Ellipse ab, der Pendel schwang sogleich wieder in Kreisen, deren Durchmesser immer kleiner wurde, und stand zuletzt unbeweglich. Jetzt wurde der Pendel über das eine Ende des Stabes geführt. Er schwang sogleich wieder in Kreisen, hielt damit eine geraume Zeit an, und nach fortdauernder Abnahme ruhte er wieder. Eben diese Bewegungen erfolgten, als

er über das andere Ende des Stabes gehalten wurde. Als er hierauf wieder über das entgegengesetzte Ende geführt worden, erfolgte keine Bewegung; sie kam aber wieder, als der Pendel über dem Ruhepunkt hing. Hier machte er dieselben kreisförmigen elliptischen Bewegungen, wie zuvor, nur nicht in solcher Gröfse. Nach wieder erlangter Ruhe wurde er wieder über die Enden gehalten, wo seine Bewegungen eben so wie die vorhergehenden waren. Diese Versuche wurden mehrere Mal wiederholt und blieben sich immer gleich, änderten jedoch bei verschiedenem Gesundheitszustande des Experimentators in der Gröfse der Schwingungen ab.

Nunmehr wurde der Zinkstab auf die Spitze des *vierten Fingers* eben so aufgelegt, wie bei dem vorigen Versuche. Der darüber gehaltene Pendel gab negative Electricität an und machte sowohl in der Mitte, als an den Enden oder andern Stellen des Stabes kreisförmige Bewegungen, die an den Enden den gröfsten Durchmesser hatten. Bei einer Pendellänge von 6½ Zoll waren die Durchmesser der Kreise an den Enden über 7, in der Mitte aber 5 Zoll lang, und diese Schwingungen nahmen dem Anschein nach ein sehr spätes Ende.

Wurde auf die Spitze des *Zeigefingers* ein kupferner Stab von derselben Gröfse und Form gelegt, so dafs er den Nagel mit berührte, oder auf einen andern (nur nicht auf den vierten) und ins Gleichgewicht gebracht, so bewegte er sich über

beiden Enden in Kreisen von 1 Zoll im Durchmesser, wovon aber das Ende nicht abgewartet wurde. Ueber dem Ruhepunkt des Stabes machte er Schwingungen in Ellipsen, deren grosse Axen eine Länge von 2 Zoll hatten, und mit der Richtung des Stabes einen Winkel von 25° einschloss. Darauf drehte sich die Axe rechts und beschrieb Kreise um den Ruhepunkt. Je grösser nun der Winkel wurde, den sie mit dem Stabe machte, desto grösser wurde die kleine Axe. Am grössten wurde sie, als der Stab und die grosse Axe der Ellipse einen rechten Winkel angaben. Die Bewegung in der Parallele mit dem Stabe wurde linienförmig, weil die kleine Axe kaum bemerkbar war. Nach diesen lang anhaltenden Schwingungen erfolgten dergleichen in Kreisen, deren Durchmesser mehr und mehr abnahm und sich endlich verlor. Nun fingen aber jene Schwingungen von neuen an, und erfolgten auf dieselbe Art, nur stärker als zuvor. Nach wieder eingetretenem Stillstand wurde der Pendel über das eine Ende des Stabes gehalten. Die Bewegungen waren kreisförmig von einem zölligen Durchmesser, der allmählig abnahm, bis der Pendel ruhte, worauf dieselben Bewegungen wieder erfolgten. Ueber dem andern Ende des Stabes geschah dasselbe, und die Bewegungen schienen kein Ende zu nehmen. Ueber dem Ruhepunkt waren die Bewegungen so wie vorher, nur mit der Veränderung, dass die grosse Axe bis 7 Zoll anwuchs, wenn sie mit der Richtung des Stabes einen Winkel von 25° ein-

ſchloſs und meiſt in gerader Linie ſchwang. Dieſe Schwingungen nahmen an Gröſse immer ab, es erfolgten wieder kreisförmige, und zuletzt Ruhe. Kaum aber war dieſe eingetreten, ſo nahmen die vorigen Bewegungen wieder ihren Anfang. Der Pendel wurde nun wieder über die Enden des Stabes geführt, wo jene Bewegungen erneuert wurden.

Jetzt wurde der Kupferſtab auf den *vierten* Finger ins Gleichgewicht geſetzt, der Pendel erſt über den Ruhepunkt, dann nach einander über die Enden des Stabes gehalten. Es zeigte ſich keine Bewegung; der Pendel ſtand wie befeſtigt. So bald aber die Zinkkugel den Stab nur einen Augenblick berührte, fing der Pendel gleich an, in Kreiſen zu ſchwingen.

5.

Man ſetze dieſe Verſuche mit mehreren Metallen fort; die Erſcheinungen gehen ins Unendliche, wenn die Gegenſtände verſchieden ſind, über welchen man den Pendel ſchwingen läſst. Daſs die *Electricität* dabei, ſo wie überhaupt in der Natur eine mächtige Rolle ſpielt, iſt ſichtbar *). Wie aber die körperliche Beſchaffenheit des Experimentators dazu mitwirkt, möchte ſich wohl nicht leicht erklären laſſen. Die Bewegungen ſind nach meiner Anſicht Central-Bewegungen, die durch eine natürliche Kraft des Experimentators, und durch die Wirkungen des Pendels und der Materien, worüber er ſchwingt, hervorgebracht werden. Der

Grund von allen iſt ſehr wahrſcheinlich das, was man electriſche Materie nennt †).

Der Nutzen von den mit dem Pendel bisher angeſtellten Verſuchen iſt von nicht geringem Umfange. Man entdeckt mit deſſen Hülfe ſogleich die Art der Electricität von einem Körper, ohne denſelben zu erwärmen, zu reiben, oder ſich beſonderer Werkzeuge dabei zu bedienen. Bei den Mineralien ſtimmte die Erfahrung mit den von Hüy mittelſt einer beſondern dazu eingerichteten Maſchine und aufliegenden Turmalins gemachten Entdeckungen vollkommen überein **). Aber der Pendel war auch bei andern Natur-Gegenſtänden behülflich, wobei gedachtes Werkzeug nicht angewandt werden konnte. Amoretti hat bereits eine Liſte von Mineralien bekannt gemacht, wobei zum Theil poſitive zum Theil negative Electricität entdeckt wurde, und ſehr richtig bemerkt, daſs es Anomalien gebe, welche ihren natürlichen Grund zum Theil in den zweifachen electriſchen Polen, und bei den metalliſchen Subſtanzen in ihrer Legirung

†) Ich zweifle, daſs genaue Phyſiker dieſes ohne einen förmlichen Beweis durch Condenſator und Electrometer zu zu geben geneigt ſeyn werden. *Gilb.*

**) Iſt dieſe Ausſage in aller Strenge wahr, und läſst ſich das durch detaillirte Verſuche nachweiſen, ſo gehörte der electriſche Urſprung dieſer Wirkungen zu den gut begründeten Hypotheſen. *Gilb.*

oder der Oxydation haben könnten. Es ſind hierüber noch ſehr viele Entdeckungen zu machen und bereits gemacht worden, wovon nur etliche hier erwähnt werden ſollen.

Alle *Kryſtalle*, ſo viel bisher unterſucht worden, ſind an dem einen Ende *poſitiv*, am andern *negativ* electriſch, und zwiſchen beiden an einer Stelle indifferent. Sind ſie vollkommen und loſe, ſo zeigt der Pendel dieſe Punkte leicht an. Sind ſie unvollkommen und mit dem einen Ende angewachſen, ſo iſt dieſes immer *negativ*, das hervorſtehende und ausgebildete Ende aber poſitiv. In beiden Fällen ſchwingt der Pendel von einem Ende zum andern und ruht an einer Stelle zwiſchen beiden. Dieſes iſt dann auch bei den *Berg-* und *Quarz-Kryſtallen* der Fall. Die doppelte und die ganz einfache Pyramide ohne Prisma macht davon keine Ausnahme. Beſteht aber die Pyramide aus mehreren neben einander gewachſenen, die ein Ganzes ausmachen, ſo giebt der Pendel keine reine Bewegung an. Eben ſo, wenn das im Geſtein eingeſchloſſene Ende des Kryſtalls, ſo durch Verwitterung des Muttergeſteins frei geworden, ſich in mehrere neben einander gewachſene Pyramiden endigt, die zuſammen einen ganzen Kryſtall darſtellen. Der Pendel rührt ſich nicht. Es könnte vielleicht Ausnahmen geben, wenn eine unter ſolchen zuſammen ſtehenden Pyramiden gegen die andere einen ungleich gröſsern Durchmeſſer hätte, aber es iſt hiervon noch keine Erfahrung gemacht worden. Wird

ein Quarz- oder Bergkryſtall mit dem poſitiven Ende aufrecht geſtellt, oder hat er auf einer Stufe dieſe Richtung, und der Pendel wird über die Spitze ſeiner Pyramide gehalten, ſo ſchwingt er anfangs nur eine kurze Zeit in Kreiſen, er geht bald in Ellipſen über. Die Axen dieſer Ellipſen vergröſsern ſich und nehmen wieder ab. Sie wenden ſich nach drei verſchiedenen Richtungen unter beſtimmten Winkeln. Hat der Pendel eine Zeit lang nach einer Richtung geſchwungen, ſo geht er in die zweite über, und dann in die dritte, darauf wieder in die erſte und ſo fort. Die Ellipſen ſind hyperboliſch, die kleinen Axen von verſchiedener Gröſse, je nachdem die Bewegung anfängt, fortrückt und endigt. Die Bewegung beim Uebergange aus einer Richtung in die andere nähert ſich dem Kreiſe. Die Urſach dieſer Bewegung liegt in den verſchiedenen Electricitäten an den Seiten dieſer Kryſtalle. Drei davon, ſo neben einander liegen, ſind *poſitiv*, die dieſen gegenüber ſtehen, ſind *negativ* electriſch. Iſt der Kryſtall ſtark, ſo ſind die einander entgegengeſetzten Electricitäten wirkſamer, als bei den kleinern von geringerm Durchmeſſer. Der Pendel wird nun erſt durch zwei entgegengeſetzte electriſche Pole in Bewegung geſetzt. Dieſe iſt eine hyperboliſche Ellipſe mit ſehr kleiner Queraxe, welche nach und nach gröſser wird, und dann durch Kreiſe in die zweite Richtung und weiter in die dritte übergeht, dann aber wieder ihre erſte Richtung annimmt, und ſo die Bewegung fortſetzt. Die ent-

gegengesetzten Electricitäten lassen sich an der Oberfläche des Krystalls nicht wahrnehmen, aber an der Bruchfläche eines quer durchgebrochenen sind sie mit dem Pendel zu entdecken, wenn solches an die Mitte des Randes einer jeden Seite gehalten wird. Es zeigt sich dann, dass drei neben einander liegende Seitenflächen positiv, und die ihnen gegenüber stehenden negativ sind. Wird daher der Pendel gerade in die Mitte der Bruchfläche gehalten, so steht er unbeweglich. Führt man ihn aber zwischen den Mittelpunkt und den Rand einer Seite, so bewegt er sich zwischen den einander gegenüber liegenden Polen, so weit die Erfahrung reicht, unaufhörlich fort und nimmt eine andere Richtung, wenn er zwischen die Pole zweier andern Seiten gebracht wird. Diese Bewegungen sind also von denen etwas verschieden, welche an der Pyramide bemerkt wurden, weil bei dieser die Pole viel näher bei einander liegen, und stärker in einander wirken können. Ueber den Ecken der Grundflächen steht der Pendel still; auch läßt sich keine Bewegung wahrnehmen, wenn der Krystall auf einer Seitenfläche liegt, und der Pendel über die Mitte der Breite von dieser oder einer Pyramidalfläche gehalten wird; wohl aber, wenn er sich zwischen dieser Mitte und der Seitenkante befindet, oder dieser nahe ist. Er beschreibt dann kleine auch größere und nach der Dicke des Krystalls sehr lange Linien, welche auf der Axe senkrecht sind.

Unter den Bergkrystallen finden sich bekannt-

lich mehrere, welche von der gewöhnlichen Form etwas verſchieden ſind. Einige haben vier gegen die übrigen ſehr kurze Seitenflächen, wovon an jeder Pyramide zwei liegen. Auch ſind zwei Flächen an jeder Pyramide vorzüglich lang, und haben das Anſehen von Seitenflächen. Dieſe Ungleichheiten geben dem ganzen Kryſtall ein verſchobenes Anſehen. Die Pyramidenſpitzen oder Schärfen ſtehen diagonal gegen einander. Hier kann der Pendel nicht in Linien ſchwingen, welche mit der Länge des Kryſtalls einen rechten Winkel einſchlieſsen, er muſs ſeine Schwingungen in der Diagonale machen. Ueber einem Bergkryſtall vom Gotthard, der 4½ Zoll lang und 2 Zoll dick war, machte der Pendel 800 Schwingungen, ehe er ruhte.

Es laſſen ſich bei allen Mineralien, und beſonders bei den Kryſtallen, die electriſchen Pole und die daher entſtehenden Bewegungen des Pendels ohne viele Schwierigkeit auffinden.

Bei dem gemeinen *Korund* von Pormetty in Oſtindien, dem haarbraunen *Diamantſpath* aus China, dem *Saphir* und *Smaragd* zeigt ſich an drei neben einander liegenden Seiten ebenfalls poſitive und an den ihnen entgegen ſtehenden negative Electricität.

Die einander entgegengeſetzten Pole ergeben, daſs in den Mineralien, beſonders den kryſtallifirten einige Theile, es ſeyen nun Beſtandtheile oder Grundtheile, *poſitiv*, andere *negativ* electriſch ſind, und daher einander anziehen oder abſtoſsen müſſen.

Sollte hierin wohl nicht der Grund liegen, von der regelmäfsigen Bildung dieſer Körper, und ihren verſchiedenen Formen?

Man findet bei ſehr vielen Materien, ob es bei allen der Fall iſt, weifs ich nicht, daſs der Pendel, wenn er in einer mäſsigen Höhe darüber geſchwungen hat, und nun höher gehalten wird, nicht ſchwingt, und noch höher hinauf entgegengeſetzte Schwingungen macht. Ob die Urſach hiervon nicht in dem Ausſtrömen der electriſchen Materie zu ſuchen ſey? So ſcheint es mir wenigſtens. Bringt man einen Körper in die Atmoſphäre eines electrifirten Körpers, ſo zeigt er bekanntlich die Electricität an, welche der Electricität des electrifirten entgegengeſetzt iſt. Kommen ſich beide zu nahe, ſo gehen ihre entgegengeſetzten Electricitäten, in einander über, ſetzen ſich ins Gleichgewicht, haben nun beide einerlei Electricität. Aber bei den Pendelſchwingungen ſind drei Körper thätig, der Pendel, der Pendelhalter und die Sache, worüber der Pendel ſchwingt. Man kann den Pendel als das Werkzeug anſehen, wodurch die electriſche Kraft des Pendelhalters auf die Sache wirkt, mithin wären auch nur zwei Kräfte hauptſächlich wirkſam, und ihre Erſcheinungen wären dann von den gewöhnlichen eben nicht verſchieden. Sie werden nun in verſchiedenen Entfernungen verſchiedene Electricitäten zu erkennen geben, auch in einander übergehen und einen Indifferenzpunkt haben.

Daſs die *thieriſchen Körper*, ſo wie alle andere

Körper mit einer electrischen Atmosphäre mehr oder weniger umgeben sind, leidet keinen Zweifel; selbst die verschiedenen Theile des thierischen Körpers haben ihre eigenen Electricitäten. Die von Amoretti und andern Physikern über diese Electricitäten angestellten Versuche habe ich grösstentheils wiederholt und wahr gefunden, gleichwohl bei einem oder andern Einzelnen in stärkern oder geringern Grade, und dieses auch wohl bei einem und demselben Subjekte zu verschiedenen Zeiten; Erfahrungen, die ich an mir selbst zu machen Gelegenheit fand.

6.

Ich könnte noch eine ansehnliche Menge von Versuchen, und gewiss nicht unwichtige, über diese Art von Electricität anführen, aber es war mir für jetzt nur darum zu thun, zu erkennen zu geben, dass bei diesem für die Naturlehre gewiss sehr nützlichem und höchst wichtigem Gegenstande wenn er auf Anziehung grosser Körper angewandt wird, ich nichts mehr wünsche als andere aufzumuntern, ähnliche Versuche anzustellen, damit die Erfahrungen allgemeiner von mehreren bestätigt, und im Ganzen nüztlicher gemacht würden. Es ist die besondere Gabe, solche zu machen, wohl nicht so sparsam von der Natur ausgespendet, als man vielleicht glaubt, wenn nur mehrere Personen ihre körperlichen Kräfte untersuchen wollten.

III.

Amoretti über die nachtheiligen Wirkungen der Wirbelwinde auf die Pflanzen.

Die folgenden Aussagen und Behauptungen finden sich im achten Bde. von Brugnatelli's *Giornale di Fisica*, in einem von dem Bibliothekar Amoretti an den Baron Karl Ulysses von Salis Marschlins, zu Mailand am 30. März 1815 geschriebenen Briefe, der sich anfängt wie folgt:

„Ich hatte nicht geglaubt, wertheſter Herr Baron, daſs Sie sich noch so sehr mit der Rhabdomantie beschäftigen, als ich dieſes aus Ihrem letzten Briefe ersehe. Zwar weiſs ich wohl, daſs Sie aufs Neue die Versuche wiederholt haben *), welche in den Alpengegenden unſer Freund Thouvenel **), mit seinem guten Pennet gemacht hat;

*) Ueber unterirdiſche Electrometrie nebſt einigen in Italien und in den Alpen vorgenommenen Verſuchen. Zürich 1794.

**) „Ich kann mich bei dem Namen dieſes vorzüglichen, in allen Zweigen der Naturwiſſenſchaft erfahrnen Arztes und Phyſikers einiger Thränen nicht enthalten. Nachdem er mehrere Jahre in Italien zugebracht hatte, erhielt er nach ſeiner Zurückkunft nach Paris Titel und Gehalt als Medecin honoraire des

auch habe ich nicht vergessen, dafs Sie mein Werk über Rhabdomantie ins Deutsche übersetzt haben (Berlin 1809), aber ich erwartete nicht, dafs Sie abgehalten von so vielen andern Geschäften, auch noch durch Belehrung und Beispiel für unsre neue Wissenschaft so thätig wären etc.“

In einem frühern Briefe an den Cavaliere Re*) hatte Amoretti den Satz aufgestellt, es würden Bäume weit öfter durch ein unmerkliches Durchströmen von Electricität durch dieselben getödtet, als von wirklichen Blitz erschlagen und zerschmettert. Dieses Durchströmen rühre gewöhnlich daher, dafs unter solchen Bäumen sich irgend ein negativ electromotorischer Körper befinde, vorzüglich Wasseradern; durch diese werde die Electricität der Atmosphäre bestimmt durch die Gipfel, Stämme und Wurzeln

Königs. Seine Meinungen getreu, die sich auf so viele Thatsachen stützten und in seinen vielen Schriften erwiesen waren, bereitete er sich zu einem wichtigen Werke über *elektrische Dynamologie* oder über *die Wirkung der Electricität in allen drei Naturreichen* vor, in welchem er nicht nur das Daseyn einer solchen Wirkung, sondern auch die grofsen Vortheile darzuthun gedachte, die sich aus der genauern Kenntnifs dieser Wirkung ziehen liefsen. Aber der Tod übereilte ihn zu früh. Der Verlust ist grofs, für uns und für die Wissenschaft. Seine Werke und die Belohnungen, welche er von der Akademie erhielt, bezeugen seine Kenntnisse, die Güte seines Herzens aber bezeugen alle, die ihn kannten.“ *Amoretti.*

*) *Annal. d'Agricoltura*, Tom. 22. pag. 193.

der Gewächse herabzuströmen und dadurch tödte sie diese. Die Spur, welche die durchgeströmte Electricität in den auf diese Weise getödteten Gewächsen hinterläßt, sey eine electrische Polarität von derselben Art, wie man sie an Pflanzen wahrnehme, welche der Blitz wirklich erschlagen hat. Es zeigen sich nämlich seiner Versicherung nach die Zweige an den Stellen, welche dem Stamme näher sind, positiv, zwei Fuss davon wieder negativ, und so fort bis zur Spitze. Stücken, die kleiner sind als zwei Fuss, zeigen an beiden Enden verschiedene Polaritäten.

Eine ähnliche Wirkung auf die Pflanzen haben nach Herrn Amoretti die *Wirbelwinde*, die ebenfalls, wie Herr Amoretti behauptet, nur an den Orten entstehen, wo sich unten Erzgänge befinden. Je breiter ein solcher Gang ist, desto heftiger sey der Wirbel, den er hervorbringe. Auch sie sollen den Pflanzen, auf welche sie gewirkt haben, eine Polarität mittheilen, die aber in einigen Stücken von derjenigen, die vom Blitze herrührt, abweiche. Hier zeige sich nämlich der Theil des Zweiges, welcher dem Stamm näher ist, negativ, das entferntere Ende positiv; sey der Zweig lang genug, so zeige sich ebenfalls alle zwei Fuss eine Aenderung der Polarität. Gerade umgekehrt sey es beim Blitze. Auch lasse der Blitz gewöhnlich Spuren seines Durchganges im Stamm zurück, nämlich zwei oder mehrere Löcher oder Flecke, von denen eines positiv, das andere negativ sey; der Wirbelwind aber hinterlasse kei-

ne ſolche Spur, und die ganze Durchſchnittsfläche ſey gewöhnlich negativ.

Die Urſache dieſer Verſchiedenheit in den Erſcheinungen liege in der verſchiedenen Natur der beiden Meteore. Der Blitz bilde auf ſeinem Wege immer nur Striche, daher wirke er nur auf einzelne Punkte des Stammes polariſirend ein; der Wirbelwind dagegen umhülle gleichſam die Pflanze von allen Seiten, daher zeige der Durchſchnitt eines von ihm getödteten Baumes überall Polarität. Der Blitz werde vorzüglich von negativ electromotoriſchen Körpern angezogen, daher zeige ſich in einem Baum, der die Einwirkung des Blitzes erlitten hat, immer der dem Stamm nächſte Theil des Aſtes, poſitiv; umgekehrt ſey es bei dem Wirbelwind, dieſer werde von poſitiv electromotoriſchen unter der Erde liegenden Kürpern erregt, und daher werde hier der dem Stamm nächſte Theil des Aſtes negativ, der entferntere poſitiv. Doch bleiben, behauptet Herr Amoretti, nicht immer die Erſcheinungen in den von beiden Meteoren getödteten Pflanzen ſo genau verſchieden, als hier angegeben ſey, und dann, vermuthet er, mögten wohl Blitz und Wirbelwind zugleich gewirkt haben.

Alle dieſe Verſuche hat Hr. Amoretti, wie er ſagt, mit vielen rhabdomantiſchen, ſowohl männlichen als weiblichen Perſonen wiederholt und immer beſtätigt gefunden.

IV.

Nähere Beſtimmung der Bahn des Magnets im Innern der Erde,

von dem
Profeſſor STEINHAEUSER in Halle.

1.

Wenn in dem ebenen Dreieck ABC (Taf. III. Fig. 2.) zwei Seiten AB und AC nebſt dem eingeſchloſſenen Winkel A gegeben ſind, ſo findet man den zweiten Winkel B nach der Gleichung

$$\text{cot. } B = \frac{AB}{AC \text{ Sin. } A} \pm \text{cot. } A$$

als die Cotangente des Winkels, welcher der Seite AC gegen über gelegen iſt. Das obere Zeichen iſt gültig, wenn $A > 90°$, das untere, wenn $A < 90°$ iſt. Iſt das Verhältniſs von $AB : AC$ beſtändig, $= b$, ſo verwandelt ſich die Gleichung in folgende

$$\text{Cot. } B = \frac{b}{\text{Sin. } A} \pm \text{cot. } A.$$

Dieſe Gleichung wird alſo anwendbar ſeyn, wenn man einen Körper in einem Kreiſe auf einer Horizontal-Ebene mit gleichförmiger Geſchwindigkeit umlaufen ſieht, und aus der Gröſse des Winkels, den er zu verſchiedenen Zeiten mit einem feſten Ab-

ſehen macht, und aus den Zeiten der Beobachtungen folgende Stücke beſtimmen will: den Ort ſeines Mittelpunkts, die Entfernung deſſelben von dem Ort des Beobachters, und das Verhältniſs des Halbmeſſers ſeiner Bahn zu der Entfernung des Mittelpunkts derſelben von dem Beobachter.

Denkt man ſich ſtatt der Strahlen, die von dem bewegten Gegenſtande in das Auge des Beobachters fallen, die Richtungen der in der Horizontal-Ebene beweglichen Magnetnadel, die bekanntlich mit Verlauf der Zeiten veränderlich iſt, und ſtatt des feſten Punktes, von dem aus die Winkel gemeſſen werden, die Mittagslinie, ſo wird dieſe Gleichung zu Berechnung der Veränderlichkeit der Abweichung der Magnetnadel anwendbar ſeyn, ſo fern die Urſach dieſer Erſcheinung, (die Magnetaxe der Erde,) ſich in der Horizontal-Ebene des Orts der Beobachtung mit gleichförmiger Geſchwindigkeit in einem Kreiſe bewegt. Denn, wenn in dieſem Falle der Winkel am Orte der Beobachtung zwiſchen dem Mittelpunkt der Bahn und der Mittagslinie $= \alpha$, und der Winkel der Abweichung $= \Phi$ genannt wird, ferner die Menge Grade, welche alljährig die Magnetaxe in einem Jahre in ihrer Bahn durchläuft $= m$, und der Unterſchied des Jahres der Beobachtung von dem Jahre, in welchem Magnetaxe, Mittelpunkt der Bahn und Ort der Beobachtung in gerader Linie liegen $= t$ geſetzt werden, und wir endlich den beſtändigen Exponent $AB : AC = b$ ſetzen, — ſo erhalten wir

$$\cot.(\alpha \pm \phi) = \frac{b}{\text{Sin. } mt} \pm \cot. mt$$

als die Gleichung, welche bei der angegebenen Voraussetzung zu Berechnung der Abweichung der Magnetnadel dient. Es ist in diesem Falle nur der Werth von α, der Werth von b, und endlich das Jahr zu bestimmen, in welchem die Magnetaxe der Erde, der Mittelpunkt ihrer Bahn, und der Ort der Beobachtung in gerader Linie liegen, welches man die *Epoche* nennen kann. Dieses aber kann geschehen, wenn man von einem und demselben Ort mehrere zu sehr verschiedenen Zeiten gemachte Beobachtungen vor sich hat. Kurz nach einander gemachte Beobachtungen können zur Auflösung dieser Aufgabe, theils wegen Unsicherheit der Beobachtungen, theils wegen besonderer Anomalien, welche in der jährlichen und täglichen Variation bemerkt worden sind, nicht führen. Nahe bei einander gemachte Beobachtungen geben übrigens nur geringe Fehler in dem Winkel *mt* als dem Hauptelement der ganzen Rechnung, aber der mindeste Fehler in der Bestimmung desselben hat den grösten Einfluss auf den Umkreis der Bahn der Magnetaxe.

Nun ist die Frage: ob eine Gleichung dieser Art auch wirklich zu Berechnung der Veränderlichkeit der Abweichung der Magnetnadel an verschiedenen Orten der Erde ausreichend sey?

Dass ich mir selbst diese Frage mit Nein beantwortet habe, beweisen die mühsam für die *Londner* und *Pariser Abweichungen* aufgesuchten Interpo-

lations-Gleichungen, die ich in Voigt's Magazin für den neueſten Zuſtand der Naturlehre im 10. und 11. Band früherhin ſchon, veranlaſst durch den Burkhard'ſchen Verſuch einer Interpolations-Gleichung für dieſen Gegenſtand, dem Publiko vorgelegt habe. Aehnliche Gleichungen habe ich in der Folge für die *Magellaniſche Straſse* und das *Vorgebirge der guten Hoffnung* berechnet, weil für dieſe beiden Orte eine ziemliche Menge von Abweichungs-Beobachtungen aus Reiſebeſchreibungen ſich auſſammeln lieſs. Denn ich hoffte, daſs wenn nur ein Mal eine Reihe aufgeſucht wäre, welche die Veränderlichkeit der Abweichungen irgend eines Ortes nach dem Wechſel der Jahre angäbe, es nicht ſchwer halten würde, dieſe Reihe durch Kreisfunktionen auszudrücken, oder die endlichen Näherungswerthe derſelben durch Umwandlung derſelben in einen Kettenbruch aufzufinden. Allein Interpolations-Gleichungen können nie für das Wahre ſelbſt angenommen werden; ſie fallen um ſo mangelhafter aus, je mangelhafter die Beobachtungen, welche man ihnen zum Grunde gelegt hat, ſind. Sie dienen zum Einſchalten, und geben allenfalls noch in der Nähe der Reihe der Beobachtungen, der Wahrheit nahe kommende Reſultate. Indeſſen konnte ich aus allem gefundenen ſo viel abnehmen, daſs die Periode der Veränderlichkeit der Abweichung der Magnetnadel, oder die Zeit, nach welcher dieſelbe Abweichung an demſelben Ort wiederum dieſelbe ſeyn werde, zwiſchen 430 und 450 Jahre falle, alſo

im Mittel 440 Jahre betrage. Auch habe ich damals, 1806, vorausgesagt, dafs im Jahr 1818 die Magnetnadel zu Paris wiederum anfangen werde, sich ostwärts zu bewegen, dafs sich daher die westliche Abweichung von diesem Jahre an stets mindern müsse, bis sie um das Jahr 1970 = 0 seyn werde, und dafs von dieser Zeit an die östliche Abweichung wiederum beginnen müsse, die gröfste östliche Abweichung aber nicht halb so grofs als die gröfste westliche seyn werde. Ich stützte mich dabei auf den unläugbaren Grundsatz, dafs jede Funktion einer Gröfse sich durch eine Reihe ausdrücken lasse, welche nach den Potenzen dieser Gröfse geordnet ist, und dafs die Abweichung, so fern sie an einem Orte mit den Jahren veränderlich ist, Funktion der Zeit sey. Allein ich berücksichtige bei der Auflösung dieser Aufgabe die nöthige Convergenz der Reihe und das Adäquate derselben für den vorgefafsten Zweck noch nicht, erhielt daher Reihen, welche nach den einfachen auf einander folgenden Potenzen der Jahrzahlen geordnet waren, da ich doch näher zum Ziele gekommen seyn würde, wenn ich die Potenzen der Zeit in Beziehung auf die ungeraden Zahlen hätte wachsen lassen.

Dieses war die Ursach, warum ich durch Analyse der gefundenen Reihe nicht so leicht auf die ersten Elemente der Bewegung der Magnetaxe der Erde zurückgeführt werden konnte, und daher den anfangs erwähnten Weg a priori ohne grofse Hoffnung eines glücklichen Erfolgs versuchte, nur um

zu sehen, wie weit er sich der Wahrheit nähere, und ob nicht etwa zwischen diesem Weg a priori und dem a posteriori ein Mittelweg sich ausfinden lasse, welcher dem Zweck beinahe Genüge leiste. Wider mein Erwarten stimmten die Resultate der Rechnung mit den zu verschiedenen Zeiten nicht blos an einem und demselben Ort, sondern auch, wenn man die beständigen Coefficienten α, b und die *Epoche* etwas änderte, mit den an den verschiedensten Orten der Erde gemachten Beobachtungen so weit überein, dass kein Zweifel mehr statt fand, es werde auf diesem Wege das wichtige Problem über die Veränderlichkeit der Abweichung der Magnetnadel aufgelöst, und dadurch ein neuer Weg, (dessen Anwendbarkeit schon Euler in seinen Briefen an eine deutsche Prinzessin Brief 169 anerkannt hat), gebahnt werden könne, unabhängig von himmlischen Erscheinungen die Länge zur See zu bestimmen.

Dass ich selbst darüber erstaunt sey, dass eine so einfache Gleichung zur Auflösung eines so wichtigen Problems dienen könne, dessen Auflösbarkeit man ehemals mehr bezweifelt als zugestanden hat, wird man gern glauben.

Allein man erwäge, dass die Natur fast stets äusserst einfach in ihren Wirkungen ist, und dass der Horizont eines jeden Orts sich wirklich mit einer horizontalen Tafel vergleichen lässt, gegen welche die Magnetaxe eine nicht sehr veränderliche Richtung hat; dass ferner die Magnetnadel so gearbeitet

ist, dass sie sich nur in der Horizontal-Ebene bewegen, daher nur die Richtung annehmen kann, in welcher der magnetische Meridian diese Ebene durchschneidet; dann wird man, wie ich glaube, das Bedenken beseitigt finden, welches man sich wegen der verschiedenen Neigung des Horizonts verschiedener Orte gegen die Axe der Erde, und insbesondere gegen die Magnetaxe derselben machen könnte. In Erwägung indessen, dass diese Neigung ziemlich constant ist, wird man schliessen, dass auch deren Einfluss auf Veränderlichkeit der Abweichung ziemlich constant seyn werde.

2.

Ich brauche hier die Art und Weise, wie ich in der oben angegebenen Gleichung die Werthe von a, b und die *Epoche* für verschiedene Orte gefunden habe, nicht auseinander zu setzen, da jeder Messkundige aus dreien gegebenen Werthen einer Gleichung drei unbekannte Grösen derselben zu eliminiren versteht, und der Werth von $m = \frac{162}{418} = \frac{9}{11}°$ aus der gefundenen Abweichungs-Periode von 440 Jahren, als beiläufig gegeben betrachtet werden kann.

Daher darf ich nur die Gleichung wiederholen und die Werthe der unbekannten Grösen für verschiedene Orte angeben, und daraus berechnen, welche Uebereinstimmung zwischen den Resultaten der Rechnung und den Beobachtungen statt findet, auch was für Veränderungen der Abweichung uns in den nächsten Zeiten bevorstehen mögen.

Die Gleichung ist

$$\cot.(\alpha \pm \Phi) = \frac{b}{\text{Sin. } mt} \pm \cot. mt$$

Für *London*, dessen Länge 70° 40′, und dessen Polhöhe 51° 31′ ist, sey

$$\alpha = 6° 11', \quad b = \frac{68}{37}, \quad \textit{Epoche } 1693;$$

so giebt die Gleichung für 11 zu 11 Jahr oder für 9 zu 9 Grad, auf einen Fall angewendet,

log. Sin. tot. 10,0000000
log. b = 0,5102896
log. Sin. 9° = 9,1943324

1,3159572	=	20,699 ;	20,699
Cot. 9°	=	+ 6,314 ;	−6,314
		27,013.	14,385

Der erste Werth ist die Cotangente von 2° 8′ $= \Phi - \alpha$; der zweite von 3° 58′. Da nun $\alpha = 6°$ 11′ ist, so giebt der erste Werth

$\Phi = 8° 19'$: Ep. 1693 + 11 = 1704
$\Phi = 4° 3'$: Ep. 1693 − 11 = 1682.

Dagegen giebt der zweite Werth von $\Phi - \alpha$ = 3° 58′,

$\Phi = 10° 9'$: Ep. 1693 + 220 − 11 = 1902
$\Phi = 2° 13'$: Ep. 1693 + 220 + 11 = 1924.

Man findet also durch diese Rechnung für *London*

im Jahr 1682	die Abweichung 4° 5′ W.
1693	6 11 —
1704	8 19 —
1902	10 9 —
1913	6 11 —
1924	2 13 —

Bringt man die übrigen Reſultate der Rechnung in Ordnung der Jahrzahlen, und ſchaltet man die Beobachtungen in ihrer beſondern Columne ein, ſo entſteht folgende

Tafel der magnetiſchen Abweichung für *London*

Jahr	Magnet. Abweichung beobachtet.	berechnet.
	öſtlich	öſtlich
1576	11° 15	
1580	11 15	
1583		10 59
1594		10 5
1605		8 50
1612	5 56	
	6 10	
1616		7 23
1622	6 0	
1627		6 45
1634	3 58	
1638		5 59
1649		1 51
1657	0 0	
1660		0 6
	weſtlich	weſtlich
1665	1 22½	
1666	1 35½	
1671		1 58
1672	2 30	
1682		4 5
1683	4 30	
1692	6 0	
1693		6 11
1700	8 0	
1704		8 19
1715		10 24
1717	10 42	
1724	11 45	
1725	11 56	
1726		12 28
1730	13 0	
1735	14 16	
1737		14 14
1740	15 40	
1745	16 53	
1748		
1750	17 54	
1759		18 7
1760	19 12	
1765	20 0	
1770	20 54	19 45
1774	21 51	
1775	21 30	
1781		21 12
1787	23 19	
1792		22 25
1795	23 57	
1802	24 6	
1803		23 21
1805	24 8	
1814		23 57
1825		24 10
1836		23 56
1847		23 10
1858		21 48
1869		19 25
1880		14 10
1891		13 52
1902		10 9
1913		6 11
1924		3 3
1935		1 30
		öſtlich
1946		1 48
1957		3 58
1968		9 26
1979		10 48
1990		11 54
2001		11 48
2012		11 35

Die ſchöne Uebereinſtimmung deſſen, was die Rechnung, geſtützt auf die erſten noch mancher Verbeſſerung bedürfenden Elemente der kreisförmigen Bewegung giebt, mit der Erfahrung, iſt der ſchönſte Beweis für die Richtigkeit dieſer Vorausſetzung, und wird ganz zur Gewiſsheit, wenn man die Analogie dieſer Rechnung mit den Beobachtungen anderer Orte vergleicht. Deshalb verſchiebe ich alle zu machende übrige Bemerkungen zu dem Ende dieſer Abhandlung, und gehe zu einem Vergleich der *Pariſer* Beobachtungen mit den angegebenen, aus der kreisförmigen Bewegung folgende Berechnungs-Reſultaten über. Für *Paris* ſey in obiger Gleichung

$$a = 6^\circ\,40'; \quad b = 3{,}552; \quad \text{Epoche } 1695$$

ſo finde ich auf die eben angegebene Art

die Abweichung zu Paris

Jahr	Magnet. Abweichung beobachtet.		Magnet. Abweichung berechnet.		Jahr	Magnet. Abweichung beobachtet.		Magnet. Abweichung berechnet.	
	öſtlich		öſtlich			öſtlich		öſtlich	
1540	7°				1640	5	0	2	46
1541			7°	48	1651			1	1
1550	8	0			1664	0	40		
1552			9	23	1662			0	56
1563			9	41	1666	0	0		
1574			9	27		weſtlich		weſtlich	
1580	11	10			1670	1	5		
1585			9	5	1673			2	44
1596			7	35	1681	2	50		
1600	7	8			1684			4	51
1603	8	45			1685	4	10		
1607			7	10	1695			6	46
1610	8	0			1696	6	55		
1618			5	52	1699	8	10		
1629			3	59	1700	8	28		

Jahr	Magnet. Abweichung beobachtet.	berechnet.	Jahr	Magnet. Abweichung beobachtet.	berechnet.
	westlich	westlich		westlich	westlich
1702	8° 30		1783		20 30
1705	8 49		1794		20 55
1706		8 49	1800	22 15	
1710	10 35		1805	22 23	
1715	10 50		1816		22 47
1717		10 56	1827		23 1
1720	13 0		1838		22 43
1722	12 56		1849		21 14
1725	13 15		1860		20 38
1728		12 30	1871		18 46
1730	14 25		1882		16 21
1735	15 40		1893		13 27
1739		14 21	1904		10 45
1740	15 45		1915		8 43
1741	15 35		1926		2 57
1750	17 17	16 6			östlich
1757	17 56		1937		0 7
1760	18		1948		3 1
1761		17 19	1959		6 26
1770	19 0		1970		7 18
1772		19 12	1981		7 48
1779	19 35		1992		9 25
1781	20 44		2003		9 41

Auch zu *Copenhagen* sind seit dem Jahr 1649 Beobachtungen über die Abweichung der Magnetnadel angestellt, welche der Sorgfalt und Genauigkeit nach, die man dabei angewendet hat, mit den zu London und Paris angestellten um den ersten Rang streiten. Daher habe ich auch sie in Rechnung genommen, und für diesen Ort gefunden.

$a = 4° 55'$; $b = 4'$; Epoche 1684

Hieraus ergiebt sich

die Abweichung zu *Copenhagen*

Jahr	Magnet. Abweichung beobachtet.	berechnet.	Jahr	Magnet. Abweichung beobachtet.	berechnet.
	östlich	östlich		westlich	westlich
1574		8 16	1770	15 20	
1596		7 21	1772		17 11
1618		4 57	1792	18 18	
1640		1 58	1794		18 6
1649	1° 30		1798	18 15	
	westlich	westlich	1816		19 8
1662		1 23	1838		18 1
1672	2 55		1860		15 10
1684		4 55	1882		10 55
1706		8 27	1904		4 55
1728		11 48			östlich
1751	11 15		1926		0 45
1750		14 47	1948		5 20
1763	14 30		1970		8 51

Hätte ich neuere Beobachtungen der Abweichung zu *Danzig*, so würde ich auch für diesen Ort die Rechnung unternommen haben; denn schon seit 1628 ist daselbst die Abweichung durch Hevel n beobachtet worden. Eben so finde ich eine alte zu *Archangel* angestellte Beobachtung in Kircher's *arte magnetica*, und ich zweifle nicht, dass, da beide Orte an der See gelegen sind und starken Handel treiben, mehrere Beobachtungen, die an solchen angestellt worden, sich müssen auffinden lassen, deren Bekanntmachung sehr nützlich seyn würde.

In *Petersburg* hat sich im verflossenen Jahrhundert die Abweichung wenig geändert, und die daselbst angemerkten Beobachtungen haben unter einander so wenig Harmonie, dass wohl noch Beob-

achtungen von einem halben oder ganzen Jahrhundert hinzukommen müſſen, ehe man auf dem Wege a posteriori eine richtige Gleichung für die Beobachtungen dieſes Orts wird auffinden können.

Nur drei Beobachtungen, die ich vor mir habe, angeſtellt zu ſehr verſchiedenen Zeiten zu *Alexandrien* in Aegypten, haben mich veranlaſst, obige Gleichung auch auf dieſen Ort anzuwenden, weil mir daran gelegen war, auch die Gränzen kennen zu lernen, innerhalb denen die Abweichung innerhalb Europa ſich ändert. Ich fand für dieſen Ort

$$a = 4° 32'; \quad b = 5{,}446; \quad \text{Epoche } 1627$$

Und hieraus folgt

die Abweichung für *Alexandrien*

Jahr	Magnet. Abweichung beobachtet.	berechnet.	Jahr	Magnet. Abweichung beobachtet.	berechnet.
	weſtlich	öſtlich		weſtlich	weſtlich
1539		5 51	1737		14 56
1561		3 7	1759		15 1
1583		0 50	1781		15 59
		weſtlich	1799	15 6	
1605		1 46	1803		11 46
1627		4 32	1825		8 28
1638	5 45		1847		4 52
1649		7 18	1869		0 56
1671		9 54			öſtlich
1693		12 11	1891		2 42
	13 7		1915		4 55
1694	12 50		1935		5 57
1715		13 55	1957		3 12

Meine Gedankenreiſe trägt mich nun über die unbekannten Gefilde Africa's nach dem *Vorgebirge der guten Hoffnung*, wo ſchon die frühern Oſtindienfahrer es an Beobachtung der Abweichung der

Magnetnadel nicht haben fehlen laſſen. Die früheſte mir bekannte Beobachtung iſt die von Stephens (Stevinus S. J.) vom Jahr 1579. Unter den folgenden kommen mehrere vor, welche ſehr wenig mit einander und mit den übrigen Beobachtungen übereinſtimmen, ſo daſs man berechtigt wird zu glauben, daſs ſolche mit nautiſchen Roſen gemacht worden, die ſchon in ihrem innern Baue eine Miſsweiſung von ¼ auch wohl einen ganzen Rhumb von 11¼° hatten. Dahin gehören vorzüglich die Beobachtungen von Kolbe von 1685 und 1705, ferner eine Beobachtung von 1613, die in dieſem Jahre die öſtliche Abweichung 6° groſs macht, da es doch nur eine geringe weſtliche Abweichung in dieſem Jahre geben konnte.

Doch dieſes ſoll mich nicht abhalten, auch für dieſen Ort eine der gegebenen ähnliche Gleichung darzuſtellen, welche wenigſtens den übrigen Beobachtungen ziemlichermaaſsen Genüge leiſtet. Es ſey hier

$$a = 9°; \quad b = 3{,}922; \quad \text{Epoche } 1667$$

ſo finde ich hiernach

die Abweichung vom *Cap der guten Hoffnung*

Jahr	Magnet. Abweichung beobachtet.	berechnet.	Jahr	Magnet. Abweichung beobachtet.	berechnet.
	öſtlich	weſtlich		öſtlich	weſtlich
1557		5° 18	1613	6 0?	
1579	3 30	3 40		weſtlich	
1599	0 0		1622	2 0	
1601		1 10	1623		1 55
1609	0 0		1639	4 0	

Jahr	Magnet. Abweichung beobachtet.	berechnet.	Jahr	Magnet. Abweichung beobachtet.	berechnet.
	westlich	westlich		westlich	westlich
1645		4 55	1769	19 30	
1667	7 15	9 0	1776	22 6	
1685	0 11?		1777		23 18
1689		13 6	1791	20 16 / 25 14	
1702	12 50		1792	23 28	
1705	0 12?		1792	24 16	
1706	13 40		1799		25 45
1708	14 0		1821		22 38
1711		16 5	1843		19 42
1753		19 10	1865		16 20
1755		21 40	1887		9 0
1766	18				
1767	19 30				

Für die *Magellanische Straße* sey

$a = 9° 0$; $b = 3{,}8$; Epoche 1630;

so giebt dieses daselbst

Jahr	Magnet. Abweichung beobachtet.	berechnet.	Jahr	Magnet. Abweichung beobachtet.	berechnet.
	östlich	westlich		östlich	östlich
1542		4 3	1740		23 15
1564		1 27	1741	22 30	
		östlich	1762		24 14
1586		1 46	1767		22 30
1600	5 0		1784		23 8
1608		5 17	1791	20	
1630		9 0	1806		20 8
1652		12 43	1828		15 11
1670	14 0		1850		9 0
1674		16 14	1872		2 49
1683	16 30				westlich
1696		19 27	1894		2 8
1718		22 5			

3.

Mehrere Bemerkungen über die zu London und Paris gemachten Beobachtungen habe ich schon in dem angeführten Voigt'schen Magazine für Na-

turkunde Band 10. und 11. beigebracht, und an diesem Orte umständlicher gezeigt, dafs jährliche und tägliche Variation, vielleicht Mifsweifungen die von Electricität, Nordlichten, Erdbeben und andern zufälligen Naturerfcheinungen entftehen, in den einzelnen Beobachtungen Variationen von der mittlern, mit der periodifchen Bewegung der Magnetaxe in Verbindung ftehenden Abweichung hervorbringen können, welche mehr als einen ganzen Grad betragen, und dafs man daher zufrieden feyn müffe, wenn die Refultate der Rechnung fich nicht weiter als um diefe Gröfse von den einzelnen Beobachtungen entfernen. Man erwäge übrigens, dafs es keine ganz leichte Sache ift, eine Mittagslinie hinlänglich genau und gehörig berichtigt zu ziehen, und dafs Beobachtungen der Abweichung um fo weniger zuverläffig find, je weniger man von der Richtigkeit der dabei gebrauchten Mittagslinie überzeugt ift; dafs zur See, und wenn man blos auf der Reife an einem Ort fich aufhält, während derfelben gemachte Beobachtungen nie fo genau feyn können, als die auf Sternwarten angeftellten; dafs Magnetnadeln von verfchiedener Länge und Geftalt nicht felten eine verfchiedene Abweichung geben, wenn entweder die eine Spitze aufser der geraden Linie liegt, welche durch den Mittelpunkt der Umdrehung und die zweite Spitze gezogen wird, oder wenn die Magnetaxe nicht genau durch die Spitzen der Nadel hindurch geht, oder wenn der Mittelpunkt der Umdrehung überhaupt aufser der Richtung der

Magnetaxe gelegen ist. Man erwäge ferner, dafs Schiffsrosen öfters so gearbeitet waren, dafs sie an dem Ort ihrer Verfertigung keine Abweichung zeigten, und dafs die Ankerplätze verschiedener Schiffe, auf denen die Beobachtungen gemacht worden, nicht dieselben sind, und daher schon eine vollkommene Uebereinstimmung zwischen den zu verschiedenen Zeiten in der Nähe desselben Orts gemachten Beobachtungen gar nicht zu verhoffen ist; — so wird man in der That über die Uebereinstimmung zwischen den Resultaten der Rechnung und den Beobachtungen staunen.

Die Elemente der Rechnung dürfen nur als erste Elemente betrachtet werden; sie sind noch keinesweges berichtigt und können daher nur höchstens eine Näherungs-Gleichung geben. Man übersieht bei Vergleichung der Resultate der Rechnung mit den zu London angestellten Beobachtungen, dafs die Gleichung noch besser mit den Erfahrungen gestimmt haben würde, wenn man die *Epoche* auf ein früheres Jahr gesetzt und α vermindert hätte.

Aehnlicher Verbesserungen bedürfen die Elemente der Rechnung für alle die übrigen Orte, besonders für das Cap und die Magellanische Strafse. Nur meine dermalige Krankheit behindert mich, die Aufsuchung der zweiten berichtigten und nach Lambert's Theorie von der Zuverlässigkeit der Versuche, (weil La Place's Bedingungs-Gleichungen im jetzigen Falle, wo die Fehler selbst als Kreisfunktionen erscheinen, nicht füglich anwendbar

sind), verbesserten Elemente, so fort zu setzen, und dadurch mich dem Ziele mehr zu nähern. Indessen kann sich der Leser, wenn Gott mir Gesundheit verleiht, darauf bald Rechnung machen.

Man nehme indessen mit einigen allgemeinen Bemerkungen über die Werthe *a*, *b* und die *Epoche* in Beziehung auf Länge und Breite der Orte vorlieb, so wie über die Veränderungen, welche

Tafel der

Ort.	Länge.	Breite.	*a*	*b*	Epocha.
London	17 45	5 51	6° 11	3,288,	1695
Paris	20	48 50	6 40	3,552	1695
Copenhagen	30 7	55 41	4 55	4,062	1684
Alexandrien	47 56	31 11 südlich	4 52	5,446	1627
Cap	36 4	33 55	9 0	3,992	1667
Magellanische Strafs. Oft-Eingang.	53 W.	52 50	9 0	3,8	1650

Ein Ueberblick dieser Resultate überzeugt uns:

1) Dafs der Werth von *a* in den nördlichen Gegenden sich vermindert, je mehr in den europäischen Meridianen die Länge sich vergröfsert.

2) Dafs am Cap, unter der südlichen Polhöhe von 33° 55′, dieser Werth eben so groſs ist, als in der 89 Längengrade davon entfernten, unter 52° 50′ südlicher Breite gelegenen Magellanischen Strafse.

3) Dafs *a* eine Funktion der Länge und Breite oder der Lage des Orts, für welchen es gesucht wird, seyn müsse.

veränderte Werthe dieſer Elemente nach ſich ziehen. In der folgenden Tafel ſind zum Behufe derſelben von den angeführten Orten angegeben: die Längen und Breiten, die Werthe von a, b und die Epoche, das Maximum und die Dauer der öſtlichen und weſtlichen Abweichung, und die Jahre, in denen keine Abweichung an dieſen Orten ſtatt findet.

berechneten Werthe

Keine Abweichung		Maximum der öſtl. Abweichung.		Maximum der weſtl. Abweichung.		Dauer der öſtl. Abweichung.	Dauer der weſtl. Abweichung.
1659	1940	11°		24°	10	159	281
1658	1936	9	41	23	1	162	278
1653	1922	8	51	19	8	171	269
1590	1872	5	57	15	1	158	282
1610	1923	5	18	23	18	127	313
1600	1846	24	14	15		246	194

4) Daſs der Werth von b ſich um ſo mehr vergröſsert, und mit dieſer Vergröſserung die Summe der gröſsten öſtlichen und weſtlichen Abweichung ſich um ſo mehr vermindert, je näher der Ort der Beobachtung am magnetiſchen Aequator liegt.

5) Daſs weil dieſer Werth ſich vergröſsert, je weiter man in den europäiſchen Meridianen oſtwärts reiſt, die Bahn der Magnetaxe nothwendig gegen weſtliche Meridiane geneigt ſeyn muſs.

6) Weil am Cap der Mittelpunkt der Bahn der Magnetaxe oſtwärts, an der Magellaniſchen Straſse aber weſtwärts von der Mittagslinie fällt, ſo folgt

dafs der Halbmeſſer, auf welchem die Bahn perpendikular ſteht, in einem der Meridiane zwiſchen dem Cap und der Magellaniſchen Straſse nordwärts, ſüdwärts aber in einem der entgegengeſetzten Meridiane gelegen ſeyn müſſe.

7) Dafs in Europa das Maximum der Veränderlichkeit der Abweichung der Magnetnadel in öſtlichern Meridianen früher als in den weſtlichern eingetreten ſey, und dafs eben ſo die Linie keiner Abweichung früher durch die öſtlichern als die weſtlichern Meridiane gegangen ſey. Die Linie keiner Abweichung ging nämlich 1590 durch Alexandrien, 1638 durch Wien, 1650 durch Copenhagen, 1660 durch London. Folglich mufsten damals alle Abweichungslinien eine weſtliche Bewegung haben.

8) Dafs hingegen in der ſüdlichen Halbkugel das Maximum der Veränderlichkeit der Abweichung und der Nullpunkt der Declination eher in der Magellaniſchen Straſse als am Cap ſtatt gefunden habe.

9) Dafs im Ganzen in den öſtlichen Provinzen Europa's auch die Epoche früher als in den weſtlichen eintrat.

10) Dafs das Maximum der öſtlichen Abweichung an allen benannten Orten, ausgenommen an der Magellaniſchen Straſse, kaum halb ſo grofs, als das Maximum der weſtlichen, dafs aber am letztern Orte das Maximum der öſtlichen Abweichung gröſser als das Maximum der weſtlichen ſey.

11) Die Dauer der öſtlichen Abweichungsperiode ſcheint in den europäiſchen Meridianen mit der öſt-

lichen Länge, in den südlichen mit der westlichen zu wachsen.

12) Das Maximum der westlichen Abweichung nimmt in Europa mit dem Wachsthum der östlichen Länge ab.

4.

Die grosse Uebereinstimmung, welche zwischen den Resultaten der Rechnung und der Erfahrung herrscht, so wie das längst angewendete Mittel der Seefahrer, aus der Veränderung der Abweichung zu beurtheilen, ob sie durch Ströme zu weit ost- oder westwärts getrieben worden sind, erweckt die gegründetste Hoffnung, man werde auf diese Weise im Kurzen ein blos terrestrisches Mittel die Länge zur See zu bestimmen, ausfindig machen können, welches dem astronomischen die Wage darum um so leichter halten dürfte, weil genaue astronomische Beobachtungen zur Bestimmung der Länge zu machen, selten Gelegenheit vorhanden ist, und weil selbst diese zu nutzen, bei den unsteten Bewegungen des Schiffs eine sehr schwierige Sache ist. Denn da jene einfache Formel auf viele Orte der nördlichen und südlichen Halbkugel anwendbar ist, und hier durch vielfache Beobachtungen bestätigt wird, so läst sich erwarten, dass sie auch auf alle Orte der Erde anwendbar sey.

Die Gleichung erweist übrigens die kreisförmige Bewegung der Magnetaxe der Erde um ihren Mittelpunkt innerhalb 440 Jahren, und die stets ostwärts fortschreitende Bewegung derselben in einer

sind), verbesserten Elemente, so fort zu setzen, und dadurch mich dem Ziele mehr zu nähern. Indessen kann sich der Leser, wenn Gott mir Gesundheit verleiht, darauf bald Rechnung machen.

Man nehme indessen mit einigen allgemeinen Bemerkungen über die Werthe *a*, *b* und die *Epoche* in Beziehung auf Länge und Breite der Orte vorlieb, so wie über die Veränderungen, welche

Tafel der

Ort.	Länge.	Breite.	*a*	*b*	Epocha.
London	17 45	5 31	6° 11	3,258,	1695
Paris	20	48 50	6 40	3,552	1695
Copenhagen	30 7	55 41	4 55	4,062	1684
Alexandrien	47 56	31 11 südlich	4 52	5,446	1627
Cap	36 4	33 55	9 0	3,992	1667
Magellanische Strafs. Oft-Eingang.	53 W.	52 50	9 0	3,8	1680

Ein Ueberblick dieser Resultate überzeugt uns:

1) Dafs der Werth von *a* in den nördlichen Gegenden sich vermindert, je mehr in den europäischen Meridianen die Länge sich vergröfsert.

2) Dafs am Cap, unter der südlichen Polhöhe von 33° 55′, dieser Werth eben so grofs ist, als in der 89 Längengrade davon entfernten, unter 52° 50′ südlicher Breite gelegenen Magellanischen Strafse.

3) Dafs *a* eine Funktion der Länge und Breite oder der Lage des Orts, für welchen es gesucht wird, seyn müsse.

veränderte Werthe dieſer Elemente nach ſich ziehen. In der folgenden Tafel ſind zum Behufe derſelben von den angeführten Orten angegeben: die Längen und Breiten, die Werthe von a, b und die Epoche, das Maximum und die Dauer der öſtlichen und weſtlichen Abweichung, und die Jahre, in denen keine Abweichung an dieſen Orten ſtatt findet.

berechneten Werthe

Keine Abweichung		Maximum der öſtl. Abweichung.		Maximum der weſtl. Abweichung.		Dauer der öſtl. Abweichung.	Dauer der weſtl. Abweichung.
1659	1940	11°		24°	10	159	281
1658	1936	9	41	23	1	162	278
1653	1922	8	51	19	8	171	269
1590	1872	5	57	15	1	158	282
1610	1923	5	18	23	18	127	313
1600	1846	24	14	15		246	194

4) Daſs der Werth von b ſich um ſo mehr vergröſsert, und mit dieſer Vergröſserung die Summe der gröſsten öſtlichen und weſtlichen Abweichung ſich um ſo mehr vermindert, je näher der Ort der Beobachtung am magnetiſchen Aequator liegt.

5) Daſs weil dieſer Werth ſich vergröſsert, je weiter man in den europäiſchen Meridianen oſtwärts reiſt, die Bahn der Magnetaxe nothwendig gegen weſtliche Meridiane geneigt ſeyn muſs.

6) Weil am Cap der Mittelpunkt der Bahn der Magnetaxe oſtwärts, an der Magellaniſchen Straſse aber weſtwärts von der Mittagslinie fällt, ſo folgt

dafs der Halbmeſſer, auf welchem die Bahn perpendikular ſteht, in einem der Meridiane zwiſchen dem Cap und der Magellaniſchen Straſse nordwärts, ſüdwärts aber in einem der entgegengeſetzten Meridiane gelegen ſeyn müſſe.

7) Dafs in Europa das Maximum der Veränderlichkeit der Abweichung der Magnetnadel in öſtlichern Meridianen früher als in den weſtlichern eingetreten ſey, und dafs eben ſo die Linie keiner Abweichung früher durch die öſtlichern als die weſtlichern Meridiane gegangen ſey. Die Linie keiner Abweichung ging nämlich 1590 durch Alexandrien, 1638 durch Wien, 1650 durch Copenhagen, 1660 durch London. Folglich mufsten damals alle Abweichungslinien eine weſtliche Bewegung haben.

8) Dafs hingegen in der ſüdlichen Halbkugel das Maximum der Veränderlichkeit der Abweichung und der Nullpunkt der Declination eher in der Magellaniſchen Straſse als am Cap ſtatt gefunden habe.

9) Dafs im Ganzen in den öſtlichen Provinzen Europa's auch die Epoche früher als in den weſtlichen eintrat.

10) Dafs das Maximum der öſtlichen Abweichung an allen benannten Orten, ausgenommen an der Magellaniſchen Straſse, kaum halb ſo grofs, als das Maximum der weſtlichen, dafs aber am letztern Orte das Maximum der öſtlichen Abweichung gröſser als das Maximum der weſtlichen ſey.

11) Die Dauer der öſtlichen Abweichungsperiode ſcheint in den europäiſchen Meridianen mit der öſt-

lichen Länge, in den südlichen mit der westlichen zu wachsen.

12) Das Maximum der westlichen Abweichung nimmt in Europa mit dem Wachsthum der östlichen Länge ab.

4.

Die grosse Uebereinstimmung, welche zwischen den Resultaten der Rechnung und der Erfahrung herrscht, so wie das längst angewendete Mittel der Seefahrer, aus der Veränderung der Abweichung zu beurtheilen, ob sie durch Ströme zu weit ost- oder westwärts getrieben worden sind, erweckt die gegründetste Hoffnung, man werde auf diese Weise im Kurzen ein blos terrestrisches Mittel die Länge zur See zu bestimmen, ausfindig machen können, welches dem astronomischen die Wage darum um so leichter halten dürfte, weil genaue astronomische Beobachtungen zur Bestimmung der Länge zu machen, selten Gelegenheit vorhanden ist, und weil selbst diese zu nutzen, bei den unsteten Bewegungen des Schiffs eine sehr schwierige Sache ist. Denn da jene einfache Formel auf viele Orte der nördlichen und südlichen Halbkugel anwendbar ist, und hier durch vielfache Beobachtungen bestätigt wird, so läßt sich erwarten, daß sie auch auf alle Orte der Erde anwendbar sey.

Die Gleichung erweist übrigens die kreisförmige Bewegung der Magnetaxe der Erde um ihren Mittelpunkt innerhalb 440 Jahren, und die stets ostwärts fortschreitende Bewegung derselben in einer

Bahn, welche ihre gröfste südliche Abweichung in einem Meridian hat, der ungefähr 16° westwärts vom ersten Meridian gelegen ist. Es geht ferner deutlich aus diesen Gleichungen hervor, dafs seit dem Jahr 1600 vorzüglich die Europa gegenüber gelegenen Meridiane von dem Mittelpunkte der Magnetaxe durchwandert worden sind, und dafs sich solcher jetzt den europäischen Meridianen mit schnellen Schritten nähert, so dafs ich glaube, man müsse in Grönland unter 74° Polhöhe den Ort des Magnetpols auffinden können.

Berechnet man die Distanz des Mittelpunkts des Magnets vom Mittelpunkt der Erde, so findet man, dafs solche nur wenig von $\frac{1}{3}$ des Halbmessers der Erde verschieden seyn könne.

Nun bleiben noch zwei Fragen zu erörtern übrig: 1) Gehört diese Magnetaxe der ganzen Erde zu, und was ist die Ursache ihrer gleichförmigen kreisförmigen Bewegung in diesem Falle? oder gehört sie einem magnetischen Körper im innern der Erde an, der sich mit ihr zugleich bewegt, und durch seine magnetische Kraft Ursach der regelmäfsigen Veränderung der Abweichung an einem und demselben Orte, und der Verschiedenheit der Abweichung an verschiedenen Orten der Erde ist? Und 2) wie kann man aus dessen Bahn und jedesmaligem Orte Gleichungen für die Veränderlichkeit der Abweichung jedes gegebenen Orts, oder für die Abweichung verschiedener Orte in einem gegebenen Jahre ableiten?

Wer die Bemühungen Euler's, Mayer's, Churchman's, Humboldt's, Mollweide's, über diesen Gegenstand kennt, wird zugestehen, dass eine vollständige Beantwortung dieser Fragen wohl der Gegenstand einer ausführlichern Abhandlung als der gegenwärtigen seyn müsse, die nur auf wenig Bogen beschränkt ist, und man wird erwarten, dass ich meine Ansichten darüber in den Fortsetzungen meiner akademischen *Programmata de magnetismo telluris* vorlegen werde. Indess aber, um die Neugierde der Leser doch in etwas zu befriedigen, so stelle ich, was die erste Frage betrifft, zur Ueberlegung vor, ob sich wohl in materiellen Körpern, wie unsere Erde ist, eine nach regelmässigen Gesetzen durch ihr ganzes Innere wirkende Kraft gedenken lasse, die ohne einen zureichenden Grund in ihrem Innern zu haben, sich selbst bewege, oder ohne uns bekannte Ursachen von aussen her bewegt werde. Denn wären Gestirne so stark magnetisch, dass sie den Magnetismus der Erde verändern könnten, wie käme es, dass wir deren Einwirkungen auf die Magnetnadel nicht bemerkten? Liegt die Ursach im Innern der Erde ausser dem allgemeinen Magnetismus der Erde verborgen, so sind wir berechtigt, in der Ursache mehr als in der Wirkung zu suchen. Diese Ursache allein wird hinreichend seyn, alle magnetische Erscheinungen, die wir auf der Oberfläche der Erde wahrnehmen, selbst zu bewirken; wozu also brauchen wir noch

ein Medium, das durch sie erst bewirkt werde, ich meine den allgemeinen Magnetismus der Erde?

Nehmen wir daher einen stark magnetischen Körper an, der in der Entfernung von $\frac{1}{3}$ des Halbmessers der Erde, innerhalb 440 Jahre, ein Mal sich um den Mittelpunkt der Erde herumbewegt, so ist dieser hinreichend, alle magnetische Erscheinungen, die wir auf der Oberfläche der Erde wahrnehmen, aufzuklären. Wir erhalten auf diese Weise einen *neuen Planeten* im Innern der Erde, dessen Ort man in der Folge eben so gern im Kalender anzeigen wird, als den Ort der himmlischen Weltkörper, weil er der sicherste Leitstern aller Seefahrer ist. Andern überlasse ich es, ob sie ihn mit dem Namen *Pluto*, *Proserpina* oder *Minos* belegen wollen. Ich nennte ihn am liebsten *Minerva*, weil er noch lange Zeit ein gesuchter Stein der Weisen seyn wird.

Eben so kurz wird die Beantwortung der zweiten Frage dermalen seyn müssen, da es mir nur vergönnt ist, die Möglichkeit der Auflösung zu zeigen. Alles kommt darauf an, dass man die Werthe von a, b und die *Epoche* als Funktionen der Zeit, der Länge und Breite der Orte darstellen könne. Dieses würde möglich seyn, wenn die Gleichungen mehr berichtigt wären, als sie es jetzt sind.

Es sey *MP* (Taf. III. Fig. 3.) der erste Meridian, *P* der geogr. Pol, *R* der Ort, in welchem der Radius der Erde, welchem die Magnetaxe parallel ist, die

Oberfläche der Erde durchſchneidet, π der Ort des Magnetpols der Erde, daher $R\pi$, der Halbmeſſer ſeiner Bahn. K und L mögen übrigens zwei Orte ſeyn, deren Länge und Breite gegeben iſt. Dann iſt $RKP = \alpha$, $\pi KP = \Phi$, $PK =$ *Compl. latitud. K*, PR der Abſtand des Mittelpunkts der Bahn vom Pole, MPR die Länge dieſes Mittelpunkts, MPK die Länge des Orts K, und $\pi RK = \frac{9}{11}t$, wenn t für den Ort K den Unterſchied der Jahrzahlen der *Epoche* angiebt. Ferner ſey MLK ein gröſster Kreis, der durch die beiden Orte L und K hindurch geht. Dann ſind in dem Dreieck PLK die beiden Seiten PL und PK als Complemente der Polhöhe dieſer Orte, ſo wie der eingeſchloſſene Winkel LPK als Unterſchied der Längen dieſer Orte gegeben. Man kann daher KL nebſt den anliegenden Winkeln PKL und PLK berechnen. Hieraus folgt aber, $RKL = PKL - \alpha$ und $RLK = PKL + \alpha'$, wenn α' den Werth von α für den Ort L bezeichnet. Daher ſind in dem Dreieck LRK die Seite LK nebſt den beiden anliegenden Winkeln gegeben, woraus KR, LR und KLR berechnet werden. Letzterer Winkel in Graden mit $\frac{1}{9}$ multiplicirt, muſs den Unterſchied der Epoche zwiſchen den Orten K und L andeuten, weil er Scheitelwinkel des Winkels iſt, um welchen die Magnetaxe während dieſes Zeitunterſchiedes ſich bewegt hat.

Aus RK, PK und dem Winkel RKP ergiebt ſich aber in dem Dreieck RPK der Winkel dieſes Namens, woraus die Länge des Radius, dem die Magnet-

axe parallel ist, so wie die Seite PR, oder der Abstand dieses Radius vom Pole, gefolgert werden kann. Hiernächst kann man in dem Dreieck $R\pi K$ aus der Seite RK und den beiden anliegenden Winkeln die Seite $R\pi$ oder den Halbmesser der Bahn, so wie das Verhältniss $RK : R\pi = b$ berechnen. Endlich läßt sich in dem Dreieck $PR\pi$, in welchem zwei Seiten PR und $R\pi$ nebst dem eingeschlossenen Winkel $PR\pi$ bekannt sind, die Seite $P\pi$ und der Winkel πPR berechnen, woraus sich die Länge und Polhöhe des Magnetpols der Erde ergiebt.

Ich behalte mir vor, meine Rechnungen über diesen Gegenstand mitzutheilen, wenn nur erst die Elemente der Rechnung für einzelne Orte besser werden berichtigt seyn; denn da ich sehe, daſs die Epochen vielleicht noch hier und da um mehrere Jahre fehlerhaft seyn dürften und hieraus auch eine Veränderung des Werths von α nothwendig wird, so dürften, die Resultate, die man aus den oben angegebenen Gleichungen zu ziehen versucht, noch nicht ganz zuverlässig ausfallen, wenn sie auch der Wahrheit näher kommen sollten, als frühere Angaben.

Steinhäuser.

V.

Verſuch einer Erklärung der Wirkung einer Beſetzung von loſem Sande beim Sprengen mit Schieſspulver,

von

PETER MERIAN aus Baſel.

Wenn eine Maſſe von bedeutendem Zuſammenhange durch Pulver ſoll zerſprengt werden, ſo bohrt man in dieſelbe ein enges Loch von einer gewiſſen Tiefe, giebt die Pulvermenge, welche man hinreichend glaubt, hinein, ſteckt in das Pulver eine Zündröhre, und verſtopft den übrig bleibenden Raum ſo gut man kann. Die Erfahrung lehrt, daſs, ſo bald Feuer durch die Zündröhre zum Pulver gelangt, bei der erfolgenden Explosion die Maſſe zerſprengt wird, wenn ihr Zuſammenhang, im Verhältniſs zur Tiefe des Bohrlochs, und zur Menge des angewandten Pulvers, nicht gar zu groſs iſt. Man mochte dieſe Erfahrung wohl ſehr bald nach Erfindung des Schieſspulvers gemacht haben. Sie fand auch in den Gewerben häufige Anwendung, und gerade dieſe häufige Anwendung mochte wohl Urſach ſeyn, daſs man die Erſcheinung als etwas

alltägliches anſah, und um ihre Erklärung ſich wenig bekümmerte. Indeſs muſste es jedem, der die Sache nur etwas näher betrachtete, auffallen, daſs ein Pfropf, deſſen Zuſammenhang im Verhältniſs zu dem der Maſſe in den meiſten Fällen ſo äuſserſt gering iſt, der ſich auch in ſeiner Lage durch eine verhältniſsmäſsig geringe Kraft verſchieben läſst, dennoch vermögend ſey, Flüſſigkeiten von einer ſo ungeheuren Elaſticität, wie die, welche aus dem entzündeten Schieſspulver ſich entwickeln, in der Höhlung zurückzuhalten, und ſie zu zwingen, ihre ganze ausdehnende Kraft auf die umgebende feſte Maſſe zu äuſsern. Weit paradoxer erſchien aber dieſes alltägliche Phänomen, als im Jahr 1804 Jeſſop *) die Bemerkung machte, daſs ein feſter Pfropf zur Bewirkung des Zerſprengens gar nicht nöthig ſey, ſondern daſs loſer Sand über das Pulver geſchüttet, dazu hinreiche. Die Verſuche, welche in vielen Gegenden über dieſen Gegenſtand ſind angeſtellt worden, haben auch gelehrt, daſs beim Sprengen von Geſtein eine ſolche loſe Beſetzung ungefähr dieſelbe Wirkung ausübe, wie ein feſtgeſtampfter Pfropf von Letten, oder daſs wenigſtens nur eine ſehr geringe Vermehrung der Pulverladung nöthig ſey, um denſelben Effekt dadurch hervorzubringen.

Man hat verſchiedene Erklärungen dieſes Phänomens zu geben verſucht, jedoch mit wenig Erfolg.

*) Dieſe Annalen B. 22. S. 118.

Die eigentliche Urſache ſcheint mir dieſelbe zu ſeyn, wie die jener bekannten Erfahrung, daſs ein thönerner Pfeifenſtiel, der an zwei Haaren hängt, durch einen ſchnellen Schlag zerbrochen werden kann, ohne daſs die Haare reiſsen, da hingegen ein langſamer Schlag die Haare zerreiſst, ohne den Pfeifenſtiel zu beſchädigen. Es iſt nämlich eine längere Zeit erforderlich, um den durch Entzündung des Pulvers entwickelten Impuls den loſe über einander liegenden Theilen des Pfropfs, als der ungleich feſtern zuſammenhängenden Felsmeſſe mitzutheilen. Beſtände der Pfropf aus einer eben ſo feſten Maſſe als das Geſtein, theilte ſich ihm der Impuls folglich eben ſo ſchnell mit, ſo würde die Kraft der Pulverdämpfe ſehr bald hinreichen, ihn herauszuwerfen. Da aber eine nicht unmerkliche Zeit verflieſst, bis der Stoſs, welchen die dem Pulver zunächſt liegenden Schichten des Pfropfs erhalten, zu den entfernteſten ſich fortpflanzt, ſo theilt ſich während dieſer Zeit die Entzündung einer gröſsern Menge von Pulverkörnern mit, die ausdehnende Kraft im Innern wächſt, und wird groſs genug die Cohäſion des Geſteins zu überwinden, ehe noch der ganze Pfropf in Bewegung geſetzt iſt.

Es erklärt ſich hieraus, warum, wenn ein Schuſs nicht hebt, der Pfropf immer heraus geworfen wird, und warum man dann durch Verwahrung der Pulverladung mit einem Pfropf, der keinen gröſsern Widerſtand leiſtet, als der herausgeworfe-

ne, die Zerſprengung bewirken kann. Es erklärt ſich ferner, warum, wenn die Sandſäule nicht hoch genug iſt, und man ihr Herausblaſen befürchtet, man dadurch einigermaaſsen nachhelfen kann, daſs man über dem Sande einen feſten Pfropf hineintreibt, oder das Bohrloch mit einem Stein bedeckt *). Die Wirkung des innern Impulſes auf den nach aufsen zu liegenden Sand iſt nämlich anfangs ſchwach, und wächſt nur allmählig; der über dem Sande hineingetriebenen Pfropf oder der Stein widerſtehen aber noch einige Zeit dem ſchwachen Impuls, wenn die ganz loſe Beſetzung ſchon herausgeworfen worden wäre; es kann ſich folglich noch mehr Pulver entzünden, und die ausdehnende Kraft im Innern kann zu dem Punkte anwachſen, wo ſie die Cohäſion des Geſteins überwindet. Daher kann auch kein ſehr beträchtlicher Unterſchied ſtatt finden, zwiſchen der Wirkung einer feſten und einer loſen Beſetzung. Die Theile der feſteſten Beſetzung liegen immer noch weit lockerer über einander, als die des Geſteins; der Impuls theilt ſich ihnen folglich immer weit langſamer mit, und was durch ihr feſteres Uebereinanderliegen im Verhältniſs gegen den loſen Sand verloren wird, bringt ihre Adhäſion gegen das Geſtein reichlich ein.

Wir können mit Prechtl **) die Sache durch

*) Annal. B. 56. S. 322.

**) Annal. B. 25. S. 249

eine kleine Berechnung verdeutlichen. Zu dem Ende wollen wir uns die Sandbesetzung gedenken als zusammengesetzt aus einer Menge neben einander stehender Säulen, wovon jede aus einer Aneinanderreihung einzelner Sandkörner besteht. Das erste Korn einer solchen Reihe ist mit dem Pulver, das letzte mit der äussersten Luft in Berührung. Gesetzt nun, der Sand wäre ein vollkommen unelastischer Körper, und man könnte alle Körner als gleiche Kugeln betrachten, so würde, wenn das erste Sandkorn in Bewegung versetzt würde, es nur die Hälfte dieser Bewegung dem zweiten Korn mittheilen; vereint mit dem zweiten würde es gegen das dritte stossen, alle drei sich also nach dem Stoss mit $\frac{1}{3}$ der anfänglichen Geschwindigkeit fortbewegen; und so sieht man leicht, dass, wenn n die Zahl der Sandkörner ist, nach $n-1$ Stössen die Bewegung des ersten sich allen mitgetheilt hätte, und alle Sandkörner mit $\frac{1}{n}$ der anfänglichen Geschwindigkeit sich fortbewegen würden. Da die Zahl n sehr gross ist, so würde, bis durch alle $n-1$ Stösse die Bewegung sich mitgetheilt hätte, eine merkliche Zeit verfliessen; $\frac{1}{n}$ der Geschwindigkeit, welche bei anfangender Explosion dem ersten Sandkorn mitgetheilt wird, würde ziemlich unbeträchtlich seyn; und da immer $n-1$ Stösse erforderlich sind, bis die wachsende Geschwindigkeit des ersten Korns auf das letzte wirkt, so würde vielleicht schon eine

Beſetzung von völlig unelaſtiſchen Körnern eine ähnliche Wirkung wie die Sandbeſetzung hervorbringen.

Ein anderer Effect würde ſich zeigen, wenn die Körner der Beſetzung vollkommen elaſtiſch angenommen würden. Die Bewegung des erſten Sandkorns würde durch $n-1$ Stöſse in ihrer vollen Kraft auf das letzte Korn übertragen werden; die zwiſchenliegenden Körner würden in völliger Ruhe verbleiben; bei jedem neuen Impuls auf das erſte Sandkorn, würde das letzte Korn der Säule wegfliegen, und die Beſetzung würde den Pulverraum alſo vollkommen verſchlieſsen, bis alle n Körner auf dieſe Weiſe wären weggeblaſen worden.

Nimmt man aber die Körner als unvollkommen elaſtiſch an, ſo daſs bei dem Stoſse eines bewegten Korns gegen ein ruhendes dieſem nicht die volle Geſchwindigkeit, ſondern z. B. nur $\frac{3}{4}$ derſelben mitgetheilt würde, ſo würde, wenn die erſte Geſchwindigkeit, die wir $= a$ ſetzen wollen, ſich augenblicklich allen Körnern mitgetheilt hätte, die Geſchwindigkeit des

1ſten, 2ten, 3ten, $(n-1)$ten, $n$ten Korns ſeyn:

$$\tfrac{3}{4}a,\quad \tfrac{9}{16}a,\quad \tfrac{27}{64}a,\quad \frac{3^{n-2}}{4^{n-1}}a,\quad \frac{3^{n-1}}{4^{n-1}}a.$$

Es iſt aber $(\frac{3}{4})^{n-1}.a$ eine völlig unmerkliche Gröſse, a möge noch ſo groſs ſeyn, woraus ſich abnehmen läſst, wie oft eine Bewegung von einem Korn zum andern muſs mitgetheilt werden, bis das letzte

eine merkliche Geschwindigkeit erhält, selbst wenn wir annehmen, das erste Korn sey unabläßig dem Einflusse einer mächtigen beschleunigenden Kraft ausgesetzt. Bedenkt man nun aber, daß zu jeder Mittheilung der Bewegung eine gewisse Zeit erforderlich ist, so kann man auch leicht begreifen, daß selbst bei der mächtigen ausdehnenden Kraft des Schießpulvers einige Zeit vergehen muß, bis die äußersten Körner einer ganz losen Sandbesetzung sich in Bewegung gesetzt haben.

Nehmen wir noch vollends an, daß in der Natur die Sandkörner von ungleicher Größe und von unregelmäßiger Gestalt sind, so muß ein großer Theil der den ersten Sandkörnern mitgetheilten Geschwindigkeit gegen die Wände des Bohrlochs sich verlieren. Nur dürfen wir nicht mit Dietrich *) annehmen, daß das Ineinanderzwingen der Sandkörner allein, einen ungeheuren Widerstand gegen das Innere hervorzubringen vermögend sey; man müßte sonst eine Sandsäule aus einer Röhre mit einem Stabe gar nicht herausdrücken können, da nach ihm die ungeheure Kraft des Pulvers dieses nicht bewirken kann; und doch läßt sich eine solche Sandsäule durch einen geringen Druck sehr leicht verschieben.

Im Widerstande der äußern Luft, wie Pic-

*) Annal. B. 56. S. 42.

tet *) anfangs meinte, kann die Urſache des Phänomens auch nicht liegen. Bertrand, der dieſe Meinung noch mehr ausführte **) behauptete, der Pfropf oder der Sand, welcher die Pulverladung verſchlieſst, erlange durch den Impuls des Pulvers eine kleine Bewegung, er werde aber ſogleich wieder durch den Widerſtand der äuſsern Luft zurück getrieben, und ſo in eine oscillirende Bewegung verſetzt, wodurch die entwickelten Pulverdämpfe in die Poren des Geſteins dringen und es ſprengen. Dieſe oscillirende Bewegung, welche an ſich ſchon viel Unwahrſcheinliches hat, erſcheint durch die Erfahrungen von Nicholſon ***) vollends als grundlos. Als er nämlich einen Flintenlauf lud, über die Ladung eine Säule von Sand ſchüttete, und nun losbrannte, ſo wurde der Lauf zerſprengt, der Sand blieb aber an ſeiner Stelle. Die gegen das Pulver zu liegenden Theile waren zermalmt, und in den übrigen Sand hineingedrängt; die Körner, welche gegen auſsen lagen, ſchienen aber Geſtalt und Lage gar nicht verändert zu haben. Wäre eine oscillirende Bewegung durch einen Druck von Innen, und einen Widerſtand von Auſsen entſtanden, ſo hätten auch die gegen Auſsen liegenden Sandkörner einen eben ſo groſsen

*) Annal. B. 22. S. 228.

**) Annal. B. 22. S. 230.

***) Annal. B. 22. S. 131.

Druck, wie die innern erleiden, und folglich auch zermalmt werden müſſen. Uebrigens iſt, wenn dieſe Erklärung Grund hätte, nicht einzuſehen, wie eine Bleikugel aus einer Flinte abgeſchoſſen werden könnte; es müſste bei der Bleikugel, wie bei der Sandbeſetzung, eine oscillirende Bewegung entſtehen, und der Flintenlauf folglich immer zerſprengt werden. Es ſcheint mir aber, daſs Bertrand mit Recht dieſes Phänomen mit der Erklärung des Fluges der Vögel in Verbindung bringe.

Daſs auch bei der ſogenannten Luftbeſetzung, welche, wie es nach allen Erfahrungen ſcheint, einen abſolut gröſsern Effekt, als die gewöhnliche Beſetzung hervorbringt, die Luft zum Theil die Stelle des Sandes vertrete, möchte kaum zu bezweifeln ſeyn; nur möchte die Gegenwart der Luft auf die Exploſion des Pulvers noch einen andern Einfluſs äuſsern, über den ich nicht zu entſcheiden wage.

VI.

Beschreibung eines Apparates, Luftbälle mit Wasserstoffgas zu füllen, welches durch Zersetzung der Wasserdämpfe, mittelst des glühenden Eisens, erzeugt wird,

von

WIESE, Grofsherzoglichem Ingenieur-Geograph in Weimar *).

Da die klimatischen und atmosphärischen Einwirkungen die grölsten Einflüsse, nicht allein auf die öffentliche Gesundheit, sondern auch auf alle Theile der Industrie und Landwirthschaft, also überhaupt auf das Wohl und Weh der Menschen haben, so ist es unstreitig von Wichtigkeit, die Klimatologie einer Gegend so genau wie möglich kennen zu lernen. Diese Kenntnifs läfst sich aber nur nach einer mehrjährigen ununterbrochenen Reihe von sorgfältig angestellten meteoro-

*) Der Herr Verf. entschuldige, dafs dieser Aufsatz, der schon vor geraumer Zeit gedruckt werden sollte, durch Zufall erst jetzt erscheint; an Interesse hat er, wie mich dünkt, dadurch nicht verloren. *Gilbert.*

logischen Beobachtungen mit einiger Sicherheit erlangen.

Se. Grofsherzogl. Durchl. zu Weimar, die allen Theilen der Wissenschaften eine gleiche Aufmerksamkeit schenken, und es, ohne Kosten zu scheuen, Ihr eifriges Bestreben seyn lassen, durch Unterstützung derselben zu ihrer Erweiterung thätig mitzuwirken, haben auch die Meteorologie nicht unbeachtet gelassen, und haben Sich durch Anschaffung der besten meteorologischen Instrumente, auch dieses noch gar sehr vernachlässigten Theiles der Naturlehre angenommen.

Zu Beobachtung des täglichen Zustandes der Luftelectricität, wurde bisher der Volta'sche Apparat, so wie er im dritten Stück der meteorologischen Hefte beschrieben wird, in Verbindung mit dem electrischen Drachen gebraucht. Da aber der Gebrauch des Letztern dadurch unbequem wird, dafs er bei stiller oder wenig bewegter Luft gar nicht gebraucht werden kann, so kamen Durchl. Grofsherzog auf die Idee, dafs man sich wohl bei stiller Witterung statt des Drachens, kleiner Luftballons bedienen könnte, und es wurden hierzu drei Ballons von Goldschläger-Häutchen von 4, 5 und 6 pariser Fufs Durchmesser angeschafft.

Als damit Versuche angestellt werden sollten, fand sich, dafs die jedesmalige Füllung derselben mit Wasserstoffgas, mittelst Eisenfeile und Schwefelsäure erzeugt, einige zwanzig Thaler betrug, wodurch die Versuche äufserst kostspielig wurden. Der

Herr Bergrath Prof. Döbereiner zu Jena, schlug daher vor, das Wasserstoffgas zu Füllung dieser Ballons mittelst Wasserdämpfe zu erzeugen, welches man durch glühendes Eisen leitet. Es wurde daher eine eiserne Röhre von drei pariser Fuss Länge, zwei Zoll Stärke und anderthalb Zoll Mündung in einen mit einem Rost versehenen Schachtofen gemauert. Um die Verkalkung der äussern Fläche der Röhre zu verhüten, wurde solche mit einem doppelten Drahtüberzug versehen, die Höhlung der Röhre aber mit einer dreifachen Schlange von Eisendraht ausgefüllt. — Die kupferne Blase, welche zu Erzeugung der Wasserdämpfe gebraucht wurde, fasste 282,72 pariser Kubikzoll Wasser. Die Leitungsröhre des Gases war 40 pariser Zoll lang, hatte $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser, und war von einer solchen Einrichtung, dass das Gas durch eine drei Zoll hohe Wassersäule gehen musste, ehe es in den Ballon gelangen konnte. — Der Ballon, welcher gefüllt werden sollte, hatte völlig aufgeblasen 4 pariser Fuss zum kleinsten Durchmesser, und sein Inhalt beträgt 40,1 Kubikfuss.

Den 25. Februar 1813 wurde der erste Versuch zur Füllung des Ballons gemacht. Als die Röhre weissglühte, fing die Entbindung des Gases an, und nachdem die Röhre 3 Stunden lang im Glühen erhalten, und noch 124 Kubikzoll kochendes Wasser nachgefüllt worden waren, hörte die Entbindung des Gases fast ganz auf, der Ballon hatte sich aber erst ungefähr mit sechs Kubikfuss Gas gefüllt.

Man untersuchte daher die Röhre und fand, die Drathschlange gänzlich verkalkt, daher sie keine Zersetzung der Wasserdämpfe mehr bewirken konnte. Sie wurde heraus gestofsen und statt ihrer die Röhre mit 2½ Pfund kleinen Nägeln gefüllt. So bald diese glühend geworden, ging die Entbindung des Gases wieder von statten, aber die Füllung des Ballons erfolgte nur in einem geringen Verhältnisse gegen der Menge des Gases, welches aus der Röhre entbunden wurde. Endlich löste sich diese Erscheinung dadurch auf, dafs sich an der innern Fläche des Ballons eine grofse Menge Wassertropfen bildeten, welches anzeigte, dafs noch unzersetzte Wasserdämpfe mit dem Gas übergehen mufsten.

Zwei und eine halbe Stunde nach Einsetzung der Nägel in die Röhre wurde die Entbindung wieder so schwach, dafs dadurch der Ballon gar nicht mehr gefüllt wurde, sondern im Gegentheil sich die Bildung der Wassertropfen im Ballon sehr vermehrte. Man untersuchte die Röhre nochmals und fand auch die Nägel so sehr verkalkt, dafs man nur mit der äufsersten Mühe wieder eine Oeffnung in die Röhre bringen konnte, die man nochmals mit ½ Pfund Nägeln füllte.

Nachdem man noch anderthalb Stunden die nun wieder erfolgte Gasentbindung unterhalten hatte, war der Ballon mit nicht mehr als ungefähr acht Kubikfufs Gas gefüllt; die mit übergegangenen Wasserdämpfe aber hatten den Ballon so feucht gemacht, dafs er sich beträchtlich sackte. — Da man nun wohl

einsahe, dass unter solchen Umständen eine Füllung des Ballons bis zu seiner Steigkraft unmöglich sey, so wurde der Versuch Abends sieben Uhr beschlossen. Der Ballon wurde fest verbunden um bis zum andern Tag an den Kranich hängen zu bleiben, an welchem man ihn zu seiner Füllung aufgehangen hatte. Gegen neun Uhr meldete der Aufseher des Reithauses, der Ballon fange an, sich aufzublasen, und am andern Morgen fand man ihn auf vier Fünftel gefüllt, jedoch ohne Steigkraft; ein Beweis, dass das Gas im Ballon nicht leichter war als die gemeine Luft. Es war also durch die im Reithause durch den Ofen erzeugte Wärme der Ballon eben so aufgeblasen worden, wie eine feuchte Blase aufgeblasen wird, wenn man sie in die Nähe von Wärme bringt.

Man füllte jetzt den Ballon mit Gas aus Eisenfeil und Schwefelsäure ganz voll, und er stieg nun mit einer Steigkraft von 14,3 Loth in die Höhe. Die Temperatur an diesem Tage war 8° Reaum. der Barometerstand 27′ 6″ 8‴, und da die Hülle des Ballons 27 Loth wiegt, so musste, Lavoisier's Bestimmungen gemäs, das Gas im Ballon 2 Pfund 30,5 Loth wiegen, also nur ungefähr 1,18 leichter als die gemeine Luft seyn.

Da uns die Erfahrung gelehrt hatte, dass mit der getroffenen Vorrichtung der Ballon nicht gefüllt werden konnte, so schlug der Herr Bergrath Döbereiner vor, das Gas erst durch zwei hohe Wassergefäse zu leiten, ehe es in den Ballon

gelangen könnte. Da aber auch eine solche Einrichtung noch die Beschwerlichkeit hatte, dass man, um den Ballon während der Füllung nicht der unmittelbaren Berührung der Ofenhitze auszusetzen, zwischen ihn und dem Ofen eine Blendung machen mufste, so kam man endlich dahin überein, eine solche Einrichtung zu versuchen, wo das Gas in einem Reservoir gesammelt werden könnte, um nachher aus diesem den Ballon zu füllen. Es wurde daher ein viereckiger, vier Fuss hoher und eben so weiter Kasten von anderthalbzölligen kiefernen Bohlen wasserdicht gefertigt, um als pneumatische Wanne zu dienen. Das Reservoir zum Sammeln und Aufbewahren des Gases (*AB* Taf. III. Fig. 4.) ist von weifsem Blech gemacht und hat die Gröfse, dass es gegen die Wände des hölzernen Kastens ½ Zoll Spielraum hat. In der Mitte des Reservoirs befindet sich ein gut eingeschliffener Hahn, durch welchen das Gas in den Ballon gelassen wird. Damit die dünne Blechdecke des Reservoirs, wenn solches luftleer wird, dem Drucke der äufsern Luft widerstehen könne, ist zu deren Unterstützung noch eine hölzerne Stellage in dem Kasten angebracht. Damit aber auch das Reservoir durch das Gas leichter gehoben werden könne, und dieses nicht erst nöthig habe, das in dem Reservoir befindliche Wasser mit Gewalt aus seiner Stelle zu treiben, sind Gegengewichte angebracht, welche der Schwere des Reservoirs gleich sind.

Aus einem 4½ Fuss langen und 9 Zoll weiten ei-

fernen Rohre geht ein kupfernes Leitungsrohr von 1 Zoll Durchmeſſer, 2 Zoll hoch unter das Reſervoir. Um der äuſsern Verkalkung der ½ Zoll ſtarken Röhre vorzubeugen, iſt ſolche mit ¼ Zoll ſtarken eiſernen Reifen umgeben worden, über welche noch ein Ueberzug von Ipſer Tiegelmaſſe und ⅓ Lehm gemacht wird. Die Röhre wird mit 20 Pfund Abgängen von reinem Eiſenblech gefüllt, und die kupferne Blaſe zu Erzeugung der Waſſerdämpfe faſst 518,32 pariſer Kubikzoll Waſſer.

So wie das Rohr glüht, erfolgt die Entbindung des Gaſes, und das Reſervoir füllt ſich in dritthalb bis drei Stunden mit Gas voll; in welcher Zeit aber noch 172,77 pariſer Kubikzoll kochend Waſſer in die Blaſe nach gefüllt werden. — Iſt das Reſervoir mit Gas gefüllt, ſo wird der Ballon, auf den Hahn befeſtigt, und dieſer geöffnet, worauf ſich der Ballon ſchnell mit Gas füllt, indem man dabei das Reſervoir langſam niederdrückt. Die Koſten des ganzen Apparats belaufen ſich auf einige neunzig Thaler, und die der Füllung des Ballons für Kohlen und Eiſenblech-Abgänge, die vom Kupferſchmidt gekauft werden, 2 Thaler 12 Groſchen; nach einer ſechsmaligen Füllung des Ballons ſind alſo die Koſten des Apparats gewonnen.

Beſchreibung der Zeichnung auf Tafel III.

AB iſt das blecherne Reſervoir,
CD der Bohlenkaſten,
EF ſind die Gegengewichte.

VII.

Aus einem Schreiben des Herrn Prof. und Bergrath Döbereiner an den Prof. Gilbert.

(Folgerungen aus seinen stöchiometrischen Versuchen, und über Herrn Lampadius vermeintliche Zersetzung der Chlorine.)

Jena den 20. Nov. 1817.

Bei meinen stöchiometrischen Untersuchungen über die Verhältnisse der Bestandtheile der gewöhnlichen *Brunnen-* und *Mineralwasser* habe ich gefunden, dafs im reinen Brunnenwasser die Elemente der darin enthaltenen atmosphärischen Luft in einem Verhältnisse wie im oxydirten Stickgas vorhanden sind, d. h. 2 Volum Stickgas gegen 1 Volum Sauerstoffgas, und dafs im kalkhaltigen Brunnenwasser gleichzeitig 1 Verhältnifs Kohlensäuregas und 1 Verhältnifs kohlensaurer Kalk, in manchem Wasser mit 1 bis 2 Verhältnissen Gyps gepaart, enthalten sind. Dieses als ein verbessernder Nachtrag zu dem Schreiben des Herrn Hofrath Wurzer, welches Sie im 7. Hefte Ihrer diesjährigen Annalen der Physik mitgetheilt haben, und den ich Sie, als solchen, in einem der nächsten Hefte dieser vortrefflichen Zeitschrift abdrucken zu lassen bitte.

Ich erlaube mir, noch die Bemerkung beizufügen, dafs das von mir beobachtete Zerfallen der *Sauerkleefäure* in gleiche Volumtheile Kohlenfäuregas und Kohlenoxydgas nur dann ftatt findet, wenn man recht dampfendes, d. h. mit viel waflerfreier Schwefelfäure begabtes, Vitriolöhl auf die Hydrate oder Salze derfelben einwirken läfst. Gewöhnliches, nicht dampfendes oder englifches Vitriolöhl, zerfetzt die Sauerkleefäure nicht, fondern entzieht diefen ihren Verbindungen nur einen Antheil (die Hälfte) ihrer Bafe (Waffer etc.).

Chlorine im Waffer aufgelöft, verwandelt die mit Waffer verbundene Sauerkleefäure ganz in Kohlenfäuregas. *Jodine* und Sauerkleefäure wirken unter gleichen Umftänden nicht auf einander.

* * *

Merkwürdige Verhältniffe offenbaren fich, wenn man mit forfchendem Auge die nach ftöchiometrifchem Werthe aneinander gereiheten chemifchen Elemente und Verbindungen überfchauet. Man findet nämlich

1) Dafs diejenigen Dinge, welche am häufigften in und auf unferem Planeten vorhanden find, wie z. B. Waffertoff, Stickftoff, Kohlenftoff, Sauerftoff, Alumium, Silicium, Calcium, Schwefel, Eifen etc., die kleinfte, andere in geringerer Menge verbreiteten aber, wie Zinn, Queckfilber, Silber, Gold, Jodine etc., die gröfsten Zahlen behaupten.

2) Dafs Dinge, welche in mehreren phyfifchen (und

chemiſchen) Eigenſchaften mit einander übereinkommen, (wie z. B. Eiſen, Kobalt, Nickel, Chrom und Mangan, welche ſich durch ihr Verhalten gegen den Magnetismus und dadurch auszeichnen, daſs ſie im oxydirten Zuſtande ſich leicht mit ſchmelzendem Glas verbinden und dieſem einen ausgezeichneten farbigen Zuſtand verleihen) *faſt einen gleichen* ſtöchiometriſchen Zahlenwerth behaupten.

Und 3) daſs zuſammengeſetzte Dinge, welche gleiche äquivalente Zahlen haben, auch in ihrer chemiſchen Conſtitution ſich faſt gleich ſind, wie z. B. *Eſſigſäure*, welche durch die Zahl 48,3 und *kohlenſaurer Kalk*, der durch die Zahl 48,2 dargeſtellt wird. Im letzten iſt eine oxydirte Baſe, (nämlich eine Verbindung von 20 Calcium mit 7,5 Sauerſtoff) mit 20,7 Kohlenſäure verbunden, und in erſter eine aus 3 Verh. ($= 3 \times 5{,}7$) Kohlenſtoff, 3 Verh. ($= 3 \times 1$) Waſſerſtoff, und 1 Verh. ($= 7{,}5$) Sauerſtoff zuſammengeſetzte, und den faſt dem Kalke zukommenden Zahlenwerth 27,6 ($= 3 \times 5{,}7 + 3 \times 1 + 7{,}5$) behauptende Baſe, ebenfalls mit 20,7 Kohlenſäure verbunden. (Die oxydirte Eſſigbaſe iſt zwar noch nicht iſolirt dargeſtellt, wohl aber die Grundlage derſelben, nämlich das ölbildende Gas).

Ich finde, daſs allen chemiſchen Elementen das Eigenthümliche zukommt, im Waſſer unauflöslich zu ſeyn, und daſs ſie ſich nur dann mit dieſer Flüſſigkeit verbinden und in derſelben auf einander wirken, wenn ſie

mit einem der Elemente ſelbſt verbunden ſind. Alle übrigen Zuſammenſetzungen, in welchen kein Sauerſtoff oder Waſſerſtoff enthalten iſt, ſind im Waſſer unauflöslich, und wirken, eben ſo wie die einfachen Subſtanzen, nur *im Feuer* aufeinander. Die Chlorine macht hiervon eine Ausnahme; aber von dieſer wiſſen wir freilich auch noch nicht, ob ſie wirklich einfach ſey. Die Verſuche des Hrn. Lampadius können über die Natur derſelben nicht entſcheiden. Dieſer Chemiker hat nicht ein Mal beachtet, daſs in ſeinem Gemiſch aus geſchmolzenem Kochſalz und kalcinirtem Eiſenvitriol noch alle Bedingungen zu Bildung von Sauerſtoff und Waſſerſtoff vorhanden ſind (denn kalcinirter Eiſenvitriol giebt bekanntlich in der Glühhitze Vitriolöhl, oder eine Verbindung von 1 Verhältniſs Schwefelſäure und 1 Verhältniſs *Waſſer* aus) und nicht nachgeſehen, was aus dem mit Kohle vermengten Eiſen wird, wenn man über daſſelbe in ſeinem weiſsglühenden Zuſtande Salzſäuregas ſtreichen läſst. Meine in meiner Darſtellung der Verhältniſszahlen der irdiſchen Elemente etc. ausgeſprochene Vermuthung, daſs die Chlorine vielleicht aus 2 Verhältniſſen ($2 \times 7{,}5$) Sauerſtoff und 2 Verhältniſſen ($2 \times 8{,}5$) Waſſer zuſammengeſetzt ſey, aus Gründen, die ich in der angezeigten Schrift angegeben, würde zwar durch Lampadius beſtätigt, aber das angeführte beſtimmt mich, jene Vermuthung immer noch als eine Hypotheſe anzuſehen.

VIII.

Phyſikaliſche Preisfrage der mathematiſchen Klaſſe der Akad. der Wiſſ. zu Berlin auf das Jahr 1819.

In der öffentlichen Sitzung, welche die Akademie der Wiſſenſchaften zu Berlin am 3. Juli 1817 zur Feier des Jahrestags ihres erſten Stifters Leibnitz hielt, meldete der Secretair der mathematiſchen Klaſſe, daſs über die im Jahr 1815 ausgeſetzte mathematiſche Preisfrage nur eine und zwar verſpätete Abhandlung eingegangen ſey, und daſs die Klaſſe dieſelbe Preisfrage von neuem, mit dem Preiſe von 50 Dukaten, für das Jahr 1819 (Einſendung-Termin 31. März) mathematiſchen Naturforſchern vorlege. Die Aufgabe lautete wie folgt:

Der innere Bau der Kryſtalle offenbart eine merkwürdige Verſchiedenheit der Geſetze, nach welchen die Anziehung in der Entfernung und nach welchen ſie bei der Berührung wirkt. Sie iſt nach allen Richtungen, wenn die Körper ſich aus der Ferne anziehen, in gleichen Entfernungen dieſelbe, ſehr verſchieden, dagegen, wenn die Theilchen ſich berühren, ſo daſs beſtimmte Richtungen des ſtärkſten und des ſchwächſten Zuſammenhanges entſtehen. Wären uns ſchon die Geſetze bekannt, nach welchen die Stärke der anziehenden Kraft der Theilchen in jeder Richtung ſich beſtimmte, ſo iſt kaum zu zweifeln, daſs wir den innern Bau eines Kryſtalls den Lehrſätzen der Mechanik gemäſs vollſtändig würden erklären können. Die Natur aber legt uns das weit ſchwierigere umgekehrte Problem vor. Sie zeigt das Geometriſche im Bau der Kryſtalle, die Richtungen des ſchwächſten Zuſammenhanges, und überläſst es dem Scharfſinne, hieraus jene Geſetze zu entdecken.

Der gegenwärtige Standpunkt der Geometrie und der Mechanik läſst hoffen, daſs das Problem auflöslich ſey, und viel-

leicht befäſsen wir ſchon jetzt eine Auflöſung deſſelben, wären nicht Mathematik und Mineralogie von ſolchem Umfange, daſs wohl ſelten jemand beide Wiſſenſchaften gründlich zu bearbeiten vermag. So wie aber die Kenntniſs des Baues der Kryſtalle von der Unterſuchung einer *einzigen Art* ausging, — ſo darf man vielleicht hoffen, daſs der Weg zu weitern Unterſuchungen geöffnet ſeyn möchte, wenn es gelänge, eine ſolche Hypotheſe aufzuſtellen, durch welche ſich nach Grundſätzen der Mechanik der innere Bau auch nur *eines einzigen* Kryſtalls erklären lieſse.

Die mathematiſche Klaſſe ſtellt daher folgende Preisfrage auf:

„Von irgend einer Kryſtalliſation (es ſey des Kalkſpaths, Schwerſpaths, Fluſsſpaths, eines künſtlichen Salzes, oder wovon man ſonſt will) erſtens eine genaue geometriſche Beſchreibung zu geben, und zwar nicht in der Kunſtſprache der Mineralogen, welche den meiſten Mathematikern fremd iſt, ſondern in rein geometriſchen Ausdrücken; und beſonders den Durchgang der Blätter und die Kerngeſtalt nicht hypotheſiſch, ſondern nach ſichern Beobachtungen zu beſtimmen; zweitens eine Hypotheſe über die Geſetze der Anziehung zu erſinnen, aus welcher ſich der innere Bau des Kryſtalls nach den Lehrſätzen der Mechanik erklären und in analytiſchen Formeln darſtellen läſst.“

Was die äuſsern Kryſtallflächen und ihre Lage betrifft, ſo begreift man leicht, daſs dieſelben nicht blos von der innern Kraft der Theilchen, ſondern auch von der Einwirkung des Mittels, in welchem ſich des Kryſtall bildet, und von andern zufälligen Urſachen, abhängen; weswegen ſie bei manchen Arten ſehr veränderlich ſind. Sollte daher aus der Beantwortung der Frage vielleicht auch einige Aufklärung über die äuſsern Flächen hervorgehen, ſo würde dieſes zwar von groſser Wichtigkeit ſeyn, doch will es die Akademie nicht zu einer Bedingung des Preiſes machen.

M.
C
A.

Fig. 5.

Tab. IV.

Fig. 6.

Fig. 2.

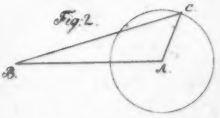
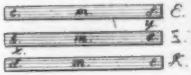


Fig. 1.



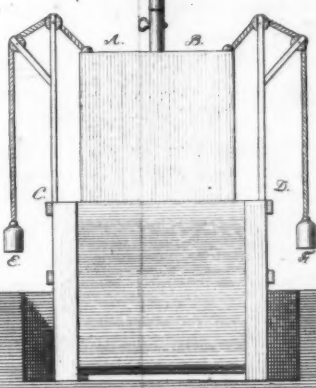
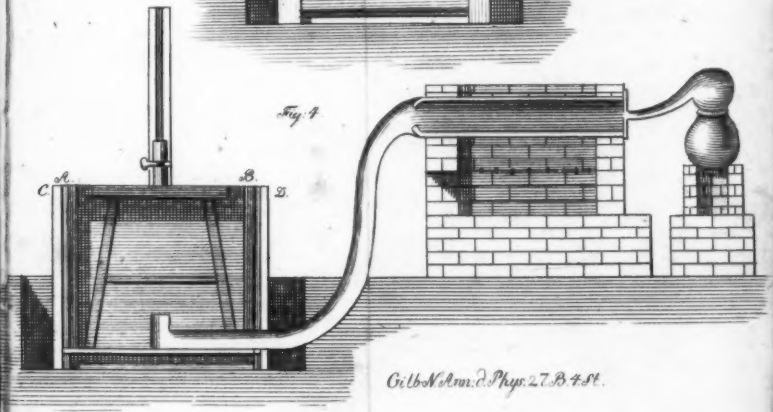


Fig. 4



Gilb. Ann. d. Phys. 27. B. 4. St.